

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-324335

(43)Date of publication of application : 14. 11. 2003

(51) Int. Cl.

H03H 9/64

H03H 9/145

H03H 9/25

(21)Application number : 2002-286320

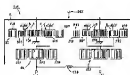
(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 30. 09. 2002 (72)Inventor : TAKAMINE YUICHI

(30)Priority

Priority	2002054781	Priority	28. 02. 2002	Priority	JP
number :		date :		country :	

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave filter which has improved VSWR characteristics without lowering filter characteristics in the passband.

SOLUTION: The surface acoustic wave filter 200 includes, on a piezoelectric substrate (A), a longitudinally coupled resonator type surface acoustic wave filter sections 201, 202, each having a narrow-pitched electrode finger portion in an area where IDTs (interdigital

transducers) are adjacent to each other, first surface acoustic wave resonators 221, 222 are connected to series between the surface acoustic wave filter sections 201, 202 and an input terminal 213, respectively, and second surface acoustic wave resonators 223, 224 are connected in series between the surface acoustic wave filter sections 201, 202 and output terminals 214, 215, respectively. The resonance point of the surface acoustic wave resonators 221 to 224 falls within the passband of the surface acoustic wave filter sections 201, 202, and the antiresonance point of the surface acoustic wave resonators is positioned in the vicinity of the high frequency side of the passband.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.2003

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

#### \* NOTICES \*

**JPO and NCIPi are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
  - 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
  - 3.In the drawings, any words are not translated.
-

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the part in which it has at least two IDT(s) arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave, and said IDT(s) adjoin on a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate The surface acoustic wave filter section which has the \*\* pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the part of the electrode finger of other parts of IDT concerned from the edge of IDT, It has at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between said surface acoustic wave filter section and input signal terminal, or an output signal terminal, and said surface acoustic wave filter section is the three-fold vertical joint resonator mold mode surface acoustic wave filter section. And the resonance mode most located in a RF side among three resonance modes has a capacitive impedance. The resonance point of said surface acoustic wave resonator is located in the passband of said surface acoustic wave filter section. The surface acoustic wave filter with which the antiresonance point of said surface acoustic wave resonator is located near the passband by the side of a passband RF, and said surface acoustic wave resonator is constituted so that the impedance of said resonance mode most located in a RF side may become close to an impedance matching point.

[Claim 2] The surface acoustic wave filter according to claim 1 characterized by carrying out weighting of a part of IDT [ at least ] in the part which IDT(s) adjoin in two or more IDT(s) of said surface acoustic wave filter section.

[Claim 3] The surface acoustic wave filter according to claim 1 or 2 which said surface acoustic wave filter section has odd IDT(s), and is characterized by connecting said at least one surface acoustic wave resonator with the signal terminal of the direction to which more IDT(s) are connected among said input signal terminal and the output signal terminal between the surface acoustic wave filter sections.

[Claim 4] The surface acoustic wave filter according to claim 1 or 2 characterized by said surface acoustic wave resonators being at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and input signal terminals, and at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and output signals.

[Claim 5] At least two IDT(s) which are formed on the piezo-electric

substrate and said piezo-electric substrate, and have been arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave, The surface acoustic wave filter section equipped with the reflector which has two or more electrode fingers with which it is arranged between adjoining IDT(s), and electrode finger pitches differ in said IDT, It has at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between said surface acoustic wave filter section and input signal terminal, or an output signal terminal, and said surface acoustic wave filter section is the three-fold vertical joint resonator mold mode surface acoustic wave filter section. And the resonance mode most located in a RF side among three resonance modes has a capacitive impedance. The resonance point of said surface acoustic wave resonator is located in the passband of said surface acoustic wave filter section. The surface acoustic wave filter with which the antiresonance point of said surface acoustic wave resonator is located near the passband by the side of a passband RF, and said surface acoustic wave resonator is constituted so that the impedance of said resonance mode most located in a RF side may become close to an impedance matching point.

[Claim 6] The surface acoustic wave filter according to claim 5 which said surface acoustic wave filter section has odd IDT(s), and is characterized by connecting said at least one surface acoustic wave resonator between the signal terminal of the direction to which more IDT(s) are connected among said input signal terminal and the output signal terminal, and the surface acoustic wave filter section.

[Claim 7] The surface acoustic wave filter according to claim 5 characterized by said surface acoustic wave resonator being at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and input signal terminals, and said surface acoustic wave filter section and output signal.

[Claim 8] The surface acoustic wave filter according to claim 1 to 7 with which two or more connection of said surface acoustic wave resonator is made between said input signal terminal and/or an output signal terminal, and the surface acoustic wave filter section.

[Claim 9] The surface acoustic wave filter according to claim 1 to 8 said input terminal and/or whose output signal terminal are balanced signal terminals of a pair.

[Claim 10] The surface acoustic wave filter according to claim 1 to 9 which said input or an output signal terminal is a balanced signal terminal, and said output or an input signal terminal is an unbalance

signal terminal, and has balanced - unbalance conversion function.

[Claim 11] The surface acoustic wave filter according to claim 10 with which it has the 1st and 2nd surface acoustic wave filter section from which about 180 degrees of phases of the output signal over an input signal differ, and common connection of the terminal of one way each of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter section is made, said surface acoustic wave filter section is used as the unbalance signal terminal, and the other-end child of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter section is used as the balanced signal terminal.

[Claim 12] The surface acoustic wave filter according to claim 10 whose other-end child said surface acoustic wave filter section is constituted by the one surface acoustic wave filter section, one terminal of this surface acoustic wave filter part is a balanced signal terminal of a pair, and is an unbalance signal terminal.

[Claim 13] The surface acoustic wave filter according to claim 11 or 12 with which at least one IDT of said surface acoustic wave filter section has the 1st and 2nd IDT section which was carried out 2 \*\*\*\*s in the electrode finger decussation cross direction or the surface acoustic wave propagation direction, and was constituted.

[Claim 14] The surface acoustic wave filter according to claim 1 to 13 with which said surface acoustic wave resonator and said surface acoustic wave filter section are constituted on the same piezo-electric substrate.

[Claim 15] The surface acoustic wave filter according to claim 1 to 14 with which it has a case substrate, and said surface acoustic wave filter is carried on said case substrate so that the near field where the surface acoustic wave filter section and the surface acoustic wave resonator of said piezo-electric substrate are constituted on this case substrate may become a case substrate side.

[Claim 16] The transmitter constituted using the surface acoustic wave filter according to claim 1 to 15.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may  
not reflect the original precisely.

- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the surface acoustic wave filter which equips a detail with the configuration series connection of the surface acoustic wave resonator was carried out [ configuration ] to the surface acoustic wave filter section more about a surface acoustic wave filter.

[0002]

[Description of the Prior Art] The surface acoustic wave filter is widely used as a band-pass filter of RF stage of a portable telephone.

[0003] An example of this kind of surface acoustic wave filter is indicated by the following patent reference 1. Drawing 41 shows the electrode configuration of the surface acoustic wave filter of a publication to this advanced technology. With the surface acoustic wave filter 2001, the surface acoustic wave resonator 2003 is connected to the 3IDT type vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 2002 at the serial. Here, it is set up so that the antiresonant frequency of the surface acoustic wave resonator 2003 may be located in a RF side rather than the passband of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 2002, and so that resonance frequency may be located in a passband. Since the magnitude of attenuation becomes large in a nearby field very much a passband RF side since the antiresonant frequency of the surface acoustic wave resonator 2003 is located in a RF side rather than the passband of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 2001, and resonance frequency is located in a passband, big degradation of the transmission characteristic in a passband does not arise.

[0004]

[Patent reference 1] JP,7-30367,A [0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when pass band width like the filter for DCS used the surface acoustic wave filter 2001 as a wide band filter, there was a problem that a VSWR property was not good in the RF side field in a passband, especially. Since this has the high frequency of a filter, when the effect of the parasitic capacitance generated in a piezo-electric substrate or a package tends to become

large and tends to obtain the filter shape of a broadband, it is because an impedance becomes capacitive.

[0006] Especially this inclination is remarkable in the RF side of a passband. That is, 3-fold mode filter is used in order to attain broadband-ization, but when it is going to broadband-ize, frequency spacing of three resonance modes becomes large inevitably. On the other hand, in order to plan impedance matching with sufficient balance in a passband, in near central resonance mode, impedance matching is planned among three resonance modes. Therefore, it will separate from other two resonance modes, a low-pass side and a high region side, from a match condition. In this case, since it becomes large influencing the direction of the resonance mode of a side with a frequency especially high for a RF application of capacity, in an impedance, at the resonance mode by the side of low frequency, an inductivity and RF side serves as capacitive by resonance mode. Therefore, since the resonance mode by the side of a RF became easy to become capacitive compared with other two modes, the above-mentioned problem tended to become more remarkable.

[0007] The purpose of this invention cancels the fault of the conventional technique mentioned above, and in the surface acoustic wave filter which connected the surface acoustic wave resonator to the surface acoustic wave filter section at the serial, even if it is the case where broadband-ization is attained, a VSWR property is to offer a good surface acoustic wave filter.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The surface acoustic wave filter concerning invention of the 1st of this application In the part in which it has at least two IDT(s) arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave, and said IDT(s) adjoin on a piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate The surface acoustic wave filter section which has the \*\* pitch electrode finger part by which the pitch of some electrode fingers is made narrower than the pitch of the part of the electrode finger of other parts of IDT concerned from the edge of IDT, It has at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between said surface acoustic wave filter section and input signal terminal, or an output signal terminal, and said surface acoustic wave filter section is the three-fold vertical joint resonator mold mode surface acoustic wave filter section. And the resonance mode most located in a RF side among three resonance modes has a capacitive impedance. The resonance point of said surface acoustic wave resonator is located in the passband of said surface acoustic wave filter section. The antiresonance point of said surface acoustic wave

resonator is located near the passband by the side of a passband RF, and it is characterized by constituting said surface acoustic wave resonator so that the impedance of said resonance mode most located in a RF side may become close to an impedance matching point.

[0009] On the specific aspect of affairs of the 1st invention, weighting of a part of IDT [ at least ] is carried out in the part which IDT(s) adjoin in two or more IDT(s) of said surface acoustic wave filter section. The property outside a passband is improvable with weighting. Moreover, with the configuration which has balanced - unbalance conversion function, the gap of the amplitude of a signal and the gap from 180 degrees of phase contrast which are outputted from the circuit between an unbalance signal terminal and other balanced signal terminals can also be amended to the circuit between an unbalance signal terminal and one balanced signal terminal.

[0010] According to other specific aspects of affairs of the 1st invention, said surface acoustic wave filter section has odd IDT(s), and at least one above-mentioned surface acoustic wave resonator is connected between the signal terminal of the direction to which more IDT(s) are connected among said input signal terminal and the output signal terminal, and the surface acoustic wave filter section. A VSWR property is further improved by it.

[0011] On another specific aspect of affairs of the 1st invention, it has at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and input signal terminals, and at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and output signals as said surface acoustic wave resonator, and a VSWR property can be further improved by it.

[0012] The surface acoustic wave filter concerning invention of the 2nd of this application At least two IDT(s) which are formed on the piezo-electric substrate and said piezo-electric substrate, and have been arranged along the propagation direction of a surface acoustic wave, The surface acoustic wave filter section equipped with the reflector which has two or more electrode fingers with which it is arranged between adjoining IDT(s), and electrode finger pitches differ in said IDT, It has at least one surface acoustic wave resonator connected to the serial between said surface acoustic wave filter section and input signal terminal, or an output signal terminal, and said surface acoustic wave filter section is the three-fold vertical joint resonator mold mode surface acoustic wave filter section. And the resonance mode most



located in a RF side among three resonance modes has a capacitive impedance. The resonance point of said surface acoustic wave resonator is located in the passband of said surface acoustic wave filter section. The antiresonance point of said surface acoustic wave resonator is located near the passband by the side of a passband RF, and it is characterized by constituting said surface acoustic wave resonator so that the impedance of said resonance mode most located in a RF side may become close to an impedance matching point.

[0013] On the specific aspect of affairs with the 2nd invention, said surface acoustic wave filter section has odd IDT(s), and said at least one surface acoustic wave resonator is connected with the signal terminal of the direction to which more IDT(s) are connected among said input signal terminal and the output signal terminal between the surface acoustic wave filter sections. A VSWR property is further improved by it.

[0014] On still more nearly another specific aspect of affairs of the 2nd invention, it has at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and input signal terminals, and at least one surface acoustic wave resonator by which series connection was carried out between said surface acoustic wave filter sections and output signals as said surface acoustic wave resonator. A VSWR property is further improved by it.

[0015] On other specific aspects of affairs of the 1st and the 2nd invention (it is hereafter named this invention generically), two or more connection of said surface acoustic wave resonator is further made between an input signal terminal and/or an output signal terminal, and the surface acoustic wave filter section.

[0016] On still more nearly another specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter concerning this invention, said input terminal and/or an output signal terminal are balanced signal terminals of a pair. Further, on other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter concerning this invention, said input or an output signal terminal is a balanced signal terminal, said output or an input signal terminal is an unbalance signal terminal, and the surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance conversion function is offered.

[0017] On still more nearly another specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter of this invention, it has the 1st and 2nd surface acoustic wave filter section from which about 180 degrees of phases of the output signal over an input signal differ, and common connection of one terminal of the 1st and 2nd surface acoustic wave

filter section is made, and said surface acoustic wave filter section is used as the unbalance signal terminal, and let the other-end child of the 1st and 2nd surface acoustic wave filter section be a balanced signal terminal.

[0018] Said surface acoustic wave filter section is further constituted from other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter of this invention by the one surface acoustic wave filter section, one terminal of this surface acoustic wave filter section is a balanced signal terminal of a pair, and an other-end child is an unbalance signal terminal.

[0019] On still more nearly another specific aspect of affairs of the surface acoustic wave filter concerning this invention, at least one IDT of said surface acoustic wave filter section has the 1st and 2nd IDT section which was carried out 2 \*\*\*\*s in the electrode finger decussation cross direction or the surface acoustic wave propagation direction, and was constituted.

[0020] The surface acoustic wave filter which said surface acoustic wave resonator and said surface acoustic wave filter section are constituted on the same piezo-electric substrate, therefore is further applied to this invention as a single chip on other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter concerning this invention can be constituted.

[0021] The surface acoustic wave filter equipment with which it has a case substrate further, said surface acoustic wave filter is further carried on said case substrate on other specific aspects of affairs of the surface acoustic wave filter concerning this invention so that the near field where the surface acoustic wave filter section and the surface acoustic wave resonator of said piezo-electric substrate are constituted may become a case substrate side, therefore the surface acoustic wave filter element was carried in the case substrate by the flip chip method of construction can be offered according to this invention.

[0022] The transmitter concerning this invention is characterized by being constituted using the surface acoustic wave filter constituted according to this invention. That is, according to this invention, it is a broadband and the transmitter concerning this invention is equipped with a surface acoustic wave filter with a good VSWR property as a band-pass filter.

[0023]

[Embodiment of the Invention] This invention is clarified by explaining the concrete operation gestalt of this invention hereafter.

[0024] Drawing 1 is the typical top view of the surface acoustic wave filter concerning the 1st example of this invention. This example is an example applied to the surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance conversion function for DCS reception. In this example, the impedance by the side of an unbalance signal terminal is 50ohms, and the impedance by the side of a balanced signal terminal is set to 150 ohms.

[0025] On the piezo-electric substrate X (only a profile is shown in schematic drawing) which consists of 40 °5-degreeY cut X propagation LiTaO<sub>3</sub> substrate, the electrode structure of illustration which consists of aluminum is formed. The vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201 has three IDT(s) 203-205 arranged along the surface wave propagation direction. The reflector 206, 207 is arranged at the both sides of the surface wave propagation direction of the field in which IDT 203-205 is formed.

[0026] In the part which the part which IDT203, 204 adjoins, and IDT204, 205 adjoin, the pitch of several electrode fingers is made narrower than the electrode finger pitch of each remaining part of IDT 203-205 from the edge of IDT as shown in drawing 1. That is, the \*\* pitch electrode finger part represented and shown by the arrow head S of drawing 1 is constituted. Reduction of the insertion loss in a passband is achieved by preparing the \*\* pitch electrode finger part in IDT 203-205.

[0027] Also in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202, it has three IDT(s) 208-210 and a reflector 211, 212 like the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201. Moreover, also in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202, the \*\* pitch electrode finger part represented and shown by the arrow head S is formed in the part which the part which IDT208, 209 adjoins, and IDT209, 210 adjoin.

[0028] In addition, IDT208, 210 of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202 is reversed to IDT203, 205 of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201. That is, about 180 degrees of phases of the output signal over the input signal of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202 are reversed to the phase of the output signal of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201.

[0029] In drawing 1, an input terminal is the unbalance signal terminal 213, and an output terminal is the balanced signal terminal 214, 215 of a pair. The inductance component 216 is connected between the balanced signal terminals 214, 215. As an inductance component 216, the inductance component of 18nH is prepared by this example.

[0030] The surface acoustic wave resonator 221 is connected to the serial between the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201 and the balanced signal terminal 214, and the surface acoustic wave resonator 222 is similarly connected to the serial between the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202 and the balanced signal terminal 215.

[0031] More specifically in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201, IDT203,205 is connected to the above-mentioned surface acoustic wave resonator 221 at this example. Similarly, IDT208,210 is connected to the surface acoustic wave resonator 222 in the 2nd vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202.

[0032] The reflector 224,225 is formed in the both sides of the surface wave propagation direction of one IDT223 in the surface acoustic wave resonator 221. That is, the surface acoustic wave resonator 221 is 1 port mold surface acoustic wave resonator which has a reflector. The surface acoustic wave resonator 222 is constituted similarly.

[0033] In addition, as a surface acoustic wave resonator 221,222, the surface acoustic wave resonator which does not have a reflector may be used. In addition, in drawing 1, the electrode finger of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 and the surface acoustic wave resonator 221,222 is illustrated fewer than an actual number, in order to carry out brief [ of the drawing ].

[0034] In this example, the surface acoustic wave resonator 221,222 is designed similarly. Moreover, it is set up so that the resonance frequency of the surface acoustic wave resonator 221,222 may be located in the passband of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202, and antiresonant frequency may be located near the passband RF side. Therefore, by using the surface acoustic wave resonator 221,222, the impedance of the resonance mode most located in a RF side among the resonance modes of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 201,202 becomes close to an impedance matching point also in any of an input terminal and an output terminal, and an improvement of a VSWR property is achieved so that clearly from the below-mentioned example of an experiment. This is explained based on the concrete example of an experiment.

[0035] The concrete example of a design of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201 of this example is explained. In this example, all the electrode finger pitches of the \*\* pitch electrode finger part of IDT 203-205 and IDT 208-210 are made equal, and set to  $\lambda_{\text{dall}}$  wavelength of the surface wave defined in

electrode finger part pitches other than this \*\* pitch electrode finger part.

[0036] The number of the electrode finger of decussation width-of-face  $W=41.8\lambda$  IDT203,205 : The number =3 \*\* of the electrode finger part of a \*\* pitch electrode finger part, The number of the electrode finger of number =18 IDT204 of the electrode finger of the remaining electrode finger parts : The number =3 \*\* of the electrode finger of a \*\* pitch electrode finger part (in each part which adjoins IDT203,205), Duty ratio =0.57 electrode-layer thickness [ of the electrode finger of the number =33 reflector 206,207 of the remaining electrode finger parts ] of number =90 IDT of the duty ratio =0.72 reflector 206,207 = the  $0.092\lambda$  length joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202 It constituted like the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201 except that the sense of IDT208,210 is made contrary to IDT203,205, and the number of the electrode finger of a reflector being made into 60 at the list.

[0037] But in this example, in order to aim at improvement in the unbalance between the balanced signal terminals 214,215, and expansion of the magnitude of attenuation outside a passband, the design of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 may be changed, and as long as the configuration of this invention is filled, the effectiveness of this invention can be acquired also in such a case.

[0038] The design of the surface acoustic wave resonator 221,222 is as follows.

Number =30 duty-ratio =0.60 electrode-layer thickness of the electrode finger of number =241 reflector of the electrode finger of decussation width-of-face = $23.6\lambda$  IDT = the  $0.093\lambda$  surface acoustic wave resonator 221,222 is designed similarly. However, in order to aim at improvement in the unbalance between the balanced signal terminals 214,215, and expansion of the magnitude of attenuation outside a passband, the design of the surface acoustic wave resonator 221,222 may be changed. Also in this case, as long as resonance frequency is set up so that antiresonant frequency may be located near the passband RF side in the passband of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202, the effectiveness of this invention can be acquired.

[0039] A continuous line shows the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter 200 of this example constituted as mentioned above to drawing 2 . Moreover, a continuous line shows the VSWR property of an output side (balanced signal terminal 214,215 side)

for the VSWR property of the input side (unbalance signal terminal 215 side) of the surface acoustic wave filter of the above-mentioned example to drawing 3 at drawing 4 , respectively. Moreover, in drawing 2 - drawing 4 , a broken line shows the property of the surface acoustic wave filter of the example of a comparison for a comparison.

[0040] The surface acoustic wave filter of the example of a comparison is a surface acoustic wave filter (example of a comparison) which carried out series connection of the surface acoustic wave resonator 221,222 to the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 201,202 so that the magnitude of attenuation by the side of a passband RF may become large like before. The example of a comparison makes small wavelength decided by the pitch of the surface acoustic wave resonator 221,222 1% to the example. Except [ all ] it, it is the same configuration as an example.

[0041] The frequency range of the passband in the filter for DCS reception is 1805-1880MHz. In this frequency range, when the VSWR property of the surface acoustic wave filter of an example and the example of a comparison is compared, in the example, it turns out that the VSWR property is improved so that clearly from drawing 3 and drawing 4 . That is, in the example, an input side is [ about 1.8 output side ] about 1.7 to an input side being 2.1 and an output side being about 1.9 in the example of a comparison. Therefore, in an input side and an output side, VSWR is known by 0.3 and that 0.2 \*\*\*\*s is carried out in the example compared with the example of a comparison, respectively. Moreover, although, as for the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter of an example, about 1dB of magnitude of attenuation of MHz by the side of [ 1920-1980 ] a passband RF is getting worse to the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter of the example of a comparison as shown in drawing 2 , it turns out that most transmission characteristics in a passband are not changing.

[0042] That is, in this example, it turns out that VSWR can be improved, without degrading the transmission characteristic in a passband so much to the surface acoustic wave filter of the example of a comparison. Why the above-mentioned effectiveness is acquired is explained in this example.

[0043] Drawing 5 is drawing where drawing 6 expressed the reflection property [ in / for the reflection property S11 in the input side of the surface acoustic wave filter of the above-mentioned example / an output side ] S22 with the Smith chart, respectively. It turns out that resonance mode A-C exists, respectively. That is, it turns out that the

surface acoustic wave filter 200 of an example is a three-fold vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter.

[0044] Drawing 7 (a) is drawing showing the transmission characteristic covering the larger frequency range of the surface acoustic wave filter of an example. It turns out that each resonance mode shown by arrow-head A-C appears on these magnitude-of-attenuation frequency characteristics. That is, as shown in drawing 7 (b), with the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter which has three IDT(s), a passband is formed in zero-order mode (resonance mode shown by the arrow head B), and a secondary mode (resonance mode shown by arrow head A) list at the IDT-IDT spacing section using three of the modes (resonance mode shown by the arrow head C) which has the peak of the intensity distribution of a surface acoustic wave.

[0045] Next, as shown in drawing 8 , suppose that the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter except the surface acoustic wave resonator 221,222 was manufactured from the surface acoustic wave filter 200 of the above-mentioned example. With the surface acoustic wave filter 400 shown in drawing 8 , only the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 is used.

[0046] Drawing which expressed the reflection property  $S_{11}$  in the input side of the surface acoustic wave filter 400 and the reflection property  $S_{22}$  in an output side with the Smith chart is shown in drawing 9 and drawing 10 , respectively. If drawing 9 and drawing 10 are compared with drawing 5 and drawing 6 , it turns out that resonance mode C is lost so that clearly. Resonance mode C may exist, and since resonance mode C arises from an impedance matching point in the location from which it has separated greatly, this must only have been checked on the Smith chart.

[0047] Similarly, drawing which expressed the reflection property  $S_{11}$  in the input side of the surface acoustic wave filter of the example of a comparison and the reflection property  $S_{22}$  in an output side with the Smith chart is shown in drawing 11 and drawing 12 , respectively. If drawing 11 and drawing 12 are compared with drawing 5 and drawing 6 , resonance mode C cannot be checked like the reflection property of the surface acoustic wave filter 400 shown by drawing 8 so that clearly. Since the magnitude of attenuation by the side of a passband RF is thought as important and the surface acoustic wave resonators 221 and 222 consist of surface acoustic wave filters of the example of a comparison, this is because resonance mode C of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filters 201 and 202 is not fully brought close to an impedance matching point. That is, since the surface

acoustic wave resonator 221,222 consists of surface acoustic wave filters 200 of an example so that resonance mode C from which it had separated greatly from the impedance matching point may approach an impedance matching point, the VSWR property is improved by it.

[0048] The invention-in-this-application person checked how a surface acoustic wave resonator should have been connected to the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 based on the result of above-mentioned drawing 9 and drawing 10 . Drawing 14 and drawing 15 are drawings which expressed the reflection properties S11 and S22 at the time of adding the surface acoustic wave resonator 226,227 only to the input side of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 with the Smith chart, as shown in drawing 13 .

[0049] When the surface acoustic wave resonator is added to the input side so that clearly from drawing 14 and drawing 15 , resonance mode C appears in the reflection property S22 side, but since it is separated from the impedance matching point, resonance mode C cannot be checked in a reflection property S11 side. Therefore, compared with the above-mentioned example, VSWR is not fully improvable.

[0050] That is, like an example 1, although more IDT(s) of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 are connected among the input terminal and the output terminal, by adding an alligator surface acoustic wave resonator shows that a VSWR property can be improved more effectively.

[0051] Moreover, in this invention, it has the \*\* pitch electrode finger part which the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 mentioned above. Therefore, while being able to reduce the insertion loss in a passband, the effectiveness of this invention becomes still larger. This is explained below.

[0052] In order to use the resonance mode mentioned above, without preparing a \*\* pitch electrode finger part It sets in each vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 201X and 202X as shown in drawing 16 . It is necessary to set to abbreviation  $(0.25+0.5n) \lambda$  (however,  $n=0, 1$  and  $2, \dots$ ) spacing Y between IDT(s) of the part which IDT(s) which do not have a \*\* pitch electrode finger part adjoin. In this case, in a surface wave propagation path, a big break point will occur and the insertion loss in a passband gets worse. Since especially above-mentioned resonance mode C has the peak of current distribution into the part which IDT adjoins, if a propagation path becomes discontinuity, it will be influenced most greatly.



[0053] Every time the broken line of drawing 17 removes having not prepared a \*\* pitch electrode finger part and having set to  $0.30\lambda$  spacing Y of both of the part which IDT(s) adjoin, it shows the magnitude-of-attenuation-frequency characteristics for explaining the resonance mode of the surface acoustic wave filter constituted like the above-mentioned example. In addition, although the \*\* pitch electrode finger part is not prepared, the electrode finger of the same pitch as the parts for a remaining electrode finger part is formed, and the number of the electrode finger of the whole IDT is made to be the same as that of an example.

[0054] Moreover, in drawing 17, the property of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of this example of a comparison is a broken line, and the property of the surface acoustic wave filter 200 of the above-mentioned example is shown by the continuous line.

[0055] When spacing of the part which IDT adjoins is set to  $0.30\lambda$  so that clearly from drawing 17, it turns out that it is large compared with the case where the insertion loss of resonance mode C is the above-mentioned example, and Q of resonance mode C is getting worse. Thus, when Q of resonance mode C got worse, even if it planned impedance matching of resonance mode C, it becomes the property which lacked the right shoulder of a passband, i.e., the shoulder by the side of a RF. Therefore, the deflection of the insertion loss in a passband becomes large. What is necessary is just to make pass band width large, in order to avoid that the deflection of the insertion loss in a passband becomes large. However, in that case, a VSWR property gets worse and the effectiveness of this invention is no longer acquired fully. That is, in order to acquire the effectiveness of this invention, it is required to use what has a \*\* pitch electrode finger part as the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202.

[0056] As mentioned above, with the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 200 of the above-mentioned example, the surface acoustic wave resonator 221,222 is added to the serial at the side to which the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 which has three IDT203-205,208-210 along the propagation direction of a surface acoustic wave on a piezo-electric substrate, and has a \*\* pitch electrode finger part is used for, and the output side, i.e., more IDT(s), is connected in the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202. And the resonance frequency of the above-mentioned surface acoustic wave resonator 221,222 is arranged in the passband of the vertical joint

resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202, and antiresonant frequency is arranged outside the passband by the side of passband RF close attendants. Furthermore, it becomes possible to improve a VSWR property, without degrading the transmission characteristic in a passband so much by bringing the impedance of resonance mode C of the surface acoustic wave filter 200 most located in a RF side close to an impedance matching point by using a surface acoustic wave resonator.

[0057] Drawing 18 - drawing 22 are each typical circuit diagram showing the modification of the surface acoustic wave filter of such this invention, respectively. The surface acoustic wave filter 500 shown in drawing 18 is the modification of the surface acoustic wave filter which has an unbalance signal-balance signal transformation function. Here, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 501 has three IDT(s) 503-505. The surface acoustic wave resonator 521 is connected to a serial, and the surface acoustic wave resonator 521 is connected to the unbalance signal terminal 511 IDT503,505 of both sides. The balanced signal terminal 512,513 of a pair is connected to the central both ends of IDT504.

[0058] With the surface acoustic wave filter 600 shown in drawing 19 , the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 601 which has three IDT(s) is used. Here, among IDT(s) 603-605, IDT604 of a center is divided so that it may have two IDT parts 604a and 604b in the propagation direction of a surface wave. The unbalance signal terminal 611 is connected to IDT603,605 through the surface acoustic wave resonator 621. The balanced signal terminal 612,613 of a pair is connected to the IDT parts 604a and 604b of IDT604, respectively.

[0059] It differs in the surface acoustic wave filter 600 shown in drawing 19 , it \*\*\*\*\* 2 \*\*\*\*\* of IDT704 of the center of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 701 crosswise [ electrode finger decussation ], and the IDT parts 704a and 704b consist of surface acoustic wave filters 700 of the modification shown in drawing 20 . And the balanced signal terminal 712,713 is connected to the IDT parts 704a and 704b, respectively. Common connection of IDT703,705 of an outside is made, and it is connected to the unbalance signal terminal 711 through the surface acoustic wave resonator 721.

[0060] The unbalance signal terminal 811 is connected to IDT804 of the center of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 801 with the surface acoustic wave filter 800 shown in drawing 21 . The balanced signal terminal 812,813 is connected to IDT803,805 of both sides through the surface acoustic wave resonator 821,822,

respectively. The polarity is reversed [ IDT803 and whose IDT805 are ] like illustration.

[0061] With the surface acoustic wave filter 800 shown in drawing 21 , although three IDT(s) 803-805 were used, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 901 which has five IDT(s) 903a-907a may be used like the surface acoustic wave filter 900 of the modification shown in drawing 22 .

[0062] In addition, when acquiring the structure which contained the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter of an example in the package, various package structures can be used. For example, as shown in drawing 23 , the package which consists of a bottom plate 251, an annular side attachment wall 252 fixed to the top face of a bottom plate 251, and plate-like cap material 253 attached so that upper part opening of the annular side attachment wall 252 may be closed can be used. Here, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter formed on the above-mentioned piezo-electric substrate A is being fixed by the top face of a bottom plate 251 with the flip chip method of construction in the space 254 in a package. That is, as shown in drawing 23 in schematic drawing, while various electrode 251A joined to the surface acoustic wave filter 200 is formed in the top face of a bottom plate 251 and the surface acoustic wave filter 200 is fixed by the bump 255 on a bottom plate 251, it connects electrically. Namely, the surface acoustic wave filter 200 is being fixed on the bottom plate 251 by using as an inferior surface of tongue the field side in which the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201 of the piezo-electric substrate X etc. is formed.

[0063] But with the surface acoustic wave filter concerning this invention, there is not necessarily no need that electrical installation of the electrode formed in the package and the piezo-electric substrate of the above bump bondings is planned, and the package and the electrode on a piezo-electric substrate may be electrically connected by wirebonding etc. But with the structure of filling the electrical installation of a package and the electrode on a piezo-electric substrate by wirebonding, an impedance tends to serve as inductivity by the inductance component of a wire. On the other hand, with the structure which carried the piezo-electric substrate in the package with the flip chip method of construction, as shown in drawing 23 , since an inductance component with a wire is lost, an impedance tends to become capacitive. Therefore, as shown in drawing 23 , in the structure where the surface acoustic wave filter 200 was contained by the package with the flip chip method of construction, the effectiveness of this

invention is acquired more.

[0064] In addition, in the above-mentioned example, although the 40 ° cut X propagation LiTaO<sub>3</sub> was used as a piezo-electric substrate A, other piezo-electric substrates, such as 64-72 degreeY cut X propagation LiNbO<sub>3</sub> substrate and the 41 degreeY cut X propagation LiNbO<sub>3</sub>, may be used.

[0065] Drawing 24 is the typical top view of the surface acoustic wave filter 1000 concerning the 2nd example of this invention. In addition to the configuration of the 1st example, in this example, the surface acoustic wave resonators 1023 and 1024 are connected, respectively between the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 1001 and 1002 and the unbalance signal terminal 213. The concrete design of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 1001 and 1002 is the same configuration except [ all ] having changed the pitch of a pitch electrode finger part slightly to the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 201,202 of the 1st example. Moreover, the design of the surface acoustic wave resonators 1021-1024 is the same as the surface acoustic wave resonator 221,222.

[0066] The transmission characteristic of the surface acoustic wave filter 1000 of this example constituted as mentioned above is shown in drawing 25 . Moreover, the VSWR property of the input side (unbalance signal terminal 213 side) of the surface acoustic wave filter of the above-mentioned example is shown in drawing 26 , and the VSWR property of an output side (balanced signal terminal 214,215 side) is shown in drawing 27 , respectively.

[0067] Also in the surface acoustic wave filter 1000 shown in drawing 24 , it turns out that the property in a passband does not get worse greatly, but the good VSWR property is acquired rather than the 1st example.

[0068] Drawing 28 is drawing where drawing 29 expressed the reflection property [ in / for the reflection property S<sub>11</sub> in the input side of the surface acoustic wave filter of the above-mentioned example / an output side ] S<sub>22</sub> with the Smith chart, respectively. The 1st example shows that resonance mode C is approaching the impedance matching point. Thereby, a VSWR property is further improved rather than the 1st example. However, if the surface acoustic wave resonator which carries out series connection further from the 1st example like this example increases, the insertion loss in a passband will get worse slightly. Namely, as for the configuration of this example, in a filter with the more important VSWR property, bigger effectiveness than the 1st example is acquired rather

than the insertion loss in a passband.

[0069] As mentioned above, with the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter 1000 of the above-mentioned example, the surface acoustic wave resonators 1023 and 1024 are added to the serial from the configuration of an example 1 also at the side to which IDT of an input side and the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section is connected few. And the resonance frequency of the above-mentioned surface acoustic wave resonator is arranged in the passband of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 1001 and 1002, and antiresonant frequency is arranged outside the passband by the side of passband RF close attendants. Furthermore, a VSWR property still better than the 1st example is acquired by using the surface acoustic wave resonators 1021-1024 by bringing the impedance of resonance mode C of the surface acoustic wave filter 1000 most located in a RF side close to an impedance matching point.

[0070] Drawing 30 - drawing 35 are each typical circuit diagram showing the modification of the surface acoustic wave filter of such this example, respectively. The surface acoustic wave filter 1100 shown in drawing 30 is the modification of the surface acoustic wave filter which has an unbalance signal-balance signal transformation function. Here, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 1101 has three IDT(s) 1103-1105. The surface acoustic wave resonator 1121 is connected to a serial, and the surface acoustic wave resonator 1121 is connected to the unbalance signal terminal 1111 at IDT 1103 and 1105 of both sides. The balanced signal terminals 1112 and 1113 of a pair are connected to the central both ends of IDT1104 through the surface acoustic wave resonators 1122 and 1123.

[0071] With the surface acoustic wave filter 1200 shown in drawing 31, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 1201 which has three IDT(s) is used. Here, among IDT(s) 1203-1205, IDT1204 of a center is divided so that it may have two IDT parts 1204a and 1204b in the propagation direction of a surface wave. The unbalance signal terminal 1211 is connected to IDT 1203 and 1205 through the surface acoustic wave resonator 1221. The balanced signal terminals 1212 and 1213 of a pair are connected to the IDT parts 1204a and 1204b of IDT1204 through the surface acoustic wave resonators 1222 and 1223, respectively.

[0072] It differs in the surface acoustic wave filter 1200 shown in drawing 31, it \*\*\*\*\* 2 \*\*\*\*\* of IDT1304 of the center of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 1301 crosswise

[ electrode finger decussation ], and the IDT parts 1304a and 1304b consist of surface acoustic wave filters 1300 of the modification shown in drawing 32 . And the balanced signal terminals 1312 and 1313 are connected to the IDT parts 1304a and 1304b through the surface acoustic wave resonators 1322 and 1323, respectively. Common connection of outside IDT 1303 and 1305 is made, and it connects with the unbalance signal terminal 1311 through the surface acoustic wave resonator 1321. [0073] With the surface acoustic wave filter 1400 shown in drawing 33 , the unbalance signal terminal 1411 is connected to IDT1404 of the center of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 1401 through the surface acoustic wave resonator 1421. The balanced signal terminals 1412 and 1413 are connected to IDT 1403 and 1405 of both sides through the surface acoustic wave resonators 1422 and 1423, respectively. The polarity is reversed like illustration in IDT1403 and IDT1405.

[0074] With the surface acoustic wave filter shown in drawing 33 , although three IDT(s) 1403-1405 were used, the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 1501 which has five IDT(s) 1503a-1507a may be used like the surface acoustic wave filter 1500 of the modification shown in drawing 34 .

[0075] Furthermore, as a modification of the surface acoustic wave filter 1000 of an example, as shown in drawing 35 , the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 1001 and 1002 may be constituted so that it may have two steps of vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 1001A and 1001B, and the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 1002A and 1002B, respectively.

[0076] Moreover, in the above-mentioned example, although one surface acoustic wave resonator was connected to the input side and the output side, respectively, in the input side and output side of the surface acoustic wave filter section, two or more surface acoustic wave resonators may be connected.

[0077] That is, as shown in drawing 36 , two surface acoustic wave resonators 1021a and 1021b, and 1022a and 1022b may be connected to the output side of the surface acoustic wave filter sections 1001 and 1002, respectively.

[0078] Drawing 37 is the typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter 250 concerning the 3rd example of this invention. Serial weighting is given to the electrode finger here in IDT 208 and 210 of the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter section 202. That is, in the part which

IDT(s) adjoin, serial weighting is given to the electrode finger at a part of IDT. It is constituted like the surface acoustic wave filter 200 of the 1st example by other points.

[0079] By giving the above-mentioned weighting, the amplitude difference and phase contrast which are an important property are improvable in the surface acoustic wave filter which has balanced - unbalance conversion function. That is, in order to amend a gap of the amplitude characteristic between the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 201,202, and the gap from 180 degrees of phase contrast, weighting may be given as mentioned above.

[0080] In addition, when the above weighting is given in the part which IDT(s) adjoin, resonance mode C shown in drawing 7 serves as a high impedance. Therefore, there is a possibility that the VSWR property in a passband may deteriorate. However, since the propagation path of a surface acoustic wave is not necessarily made into discontinuity, the Q of resonance mode itself does not get worse. Therefore, also in the 3rd example, VSWR is improvable like the 1st example by bringing the impedance of resonance mode C close to the point having consistency using the surface acoustic wave resonator 221,222.

[0081] Moreover, as shown in drawing 38, VSWR is improvable also in the surface acoustic wave filter 1050 which gave serial weighting to the surface acoustic wave filter 1000 shown in the 2nd example like the 2nd example by bringing the impedance of resonance mode C close to the point having consistency using the surface acoustic wave resonators 1021-1024.

[0082] In addition, in drawing 37 and drawing 38, in the part which IDT(s) adjoin, although serial weighting was given to IDT208,210 and IDT 1008 and 1010, other weighting approaches may be used. For example, infanticide weighting, decussation width-of-face weighting, or duty weighting may be used.

[0083] Drawing 39 is the typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter concerning the 4th example. In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 201X and 202X, a \*\* pitch electrode finger part is not prepared, but if it removes that the reflectors 1601-1604 of the almost same electrode finger pitch as a \*\* pitch electrode finger part are inserted instead, it consists of surface acoustic wave filters 1600 of the 4th example like the surface acoustic wave filter 200 of the 1st example.

[0084] In the vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter sections 201X and 202X, since resonance mode C shown in drawing 7 by inserting reflectors 1601-1604 in the part which IDT(s) adjoin serves as a high impedance, there is a possibility that VSWR in a passband may

deteriorate. However, in this example, since the propagation path of a surface acoustic wave itself is not necessarily made into discontinuity, the Q of resonance mode itself does not get worse. Therefore, VSWR is improvable using the surface acoustic wave resonator 221,222 like the 1st example like the 1st example by bringing the impedance of resonance mode C close to the point having consistency.

[0085] Moreover, as shown in drawing 40, VSWR is improvable like the 2nd example by not preparing a \*\* pitch electrode finger part to the surface acoustic wave filter 1000 shown in the 2nd example, but bringing the impedance of resonance mode C close to the point having consistency using the surface acoustic wave resonators 1021-1024 also in the surface acoustic wave filter 1700 with which the reflectors 1701-1704 of the almost same electrode finger pitch as a \*\* pitch electrode finger are inserted instead.

[0086]

[Effect of the Invention] At least one surface acoustic wave resonator is connected to the serial between the three-fold vertical joint resonator mold mode surface acoustic wave filter sections, input signal terminals, or output terminals which were equipped with at least two IDT(s) which have a \*\* pitch electrode finger part with the surface acoustic wave filter concerning the 1st invention. The impedance of the resonance mode most located in a high-frequency side among three resonance modes of this surface acoustic wave filter section is capacitive. The resonance point of the above-mentioned surface acoustic wave resonator is located in the passband of a filter. The above-mentioned surface acoustic wave resonator is constituted so that the impedance of the resonance mode to which the antiresonance point is located near the passband by the side of a passband RF, and is located in an above but high-frequency side may become close to an impedance matching point. Therefore, impedance matching is planned by the above-mentioned surface acoustic wave resonator added after the impedance of the resonance mode most located in a high-frequency side dares be made capacitive. In other words, the resonance mode used as capacitive is brought close to inductivity by locating the frequency band of the resonance mode by the side of the RF used as capacitive, and the inductive frequency band (frequency band between the resonance point and an antiresonance point) of a trap. That is, most, since the impedance is brought close to inductivity as mentioned above, the resonance mode by the side of a RF does not have to narrow frequency spacing of three resonance modes, and can realize broadband-ization easily. In addition, since the above-mentioned surface acoustic wave filter section which has



a \*\* pitch electrode finger part is used, the insertion loss in a passband can be reduced. Therefore, it becomes possible to improve a VSWR property, without worsening the transmission characteristic in a passband, even when broadband-ization is attained.

[0087] The three-fold vertical joint resonator mold mode surface acoustic wave filter section by which similarly the reflector which has these two or more electrode fingers with an electrode finger pitch narrower than IDT between adjoining IDT(s) has been arranged also in the surface acoustic wave filter concerning the 2nd invention, At least one surface acoustic wave resonator is connected to the serial between the input signal terminal or the output terminal. The resonance mode most located in a RF side among three resonance modes of the above-mentioned surface acoustic wave filter section has a capacitive impedance. The resonance point of a surface acoustic wave resonator is located in the passband of the surface acoustic wave filter section. The above-mentioned surface acoustic wave resonator is constituted so that the impedance of the resonance mode to which the antiresonance point of a surface acoustic wave resonator is located out of band [ the passband RF side of the surface acoustic wave filter section ], and is most located in a RF side may become close to an impedance matching point. Therefore, although the impedance of the resonance mode most located in a RF side dares be made capacitive also in the 2nd invention like the 1st invention, an impedance is adjusted by the surface acoustic wave resonator added, and the impedance of the resonance mode by the side of the RF made capacitive is brought close to inductivity by carrying out abbreviation coincidence of the frequency band of the resonance mode by the side of a RF, and the inductive frequency band of a trap. Moreover, the insertion loss in \*\*\*\* which has a \*\* pitch electrode finger part, and a passband can be reduced. Therefore, a VSWR property can be improved also in the 2nd invention, without worsening the frequency characteristics in a passband, even when broadband-ization is attained.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter of the 1st example.

[Drawing 2] Drawing showing the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter of the 1st example and the example of a comparison.

[Drawing 3] Drawing showing the VSWR property of the input side of the surface acoustic wave filter of the 1st example and the example of a comparison.

[Drawing 4] Drawing showing the VSWR property of the output side of the surface acoustic wave filter of the 1st example and the example of a comparison.

[Drawing 5] Drawing showing S11 reflection property in the surface acoustic wave filter shown in drawing 1 by the Smith chart.

[Drawing 6] Drawing showing S22 reflection property in the surface acoustic wave filter shown in drawing 1 by the Smith chart.

[Drawing 7] (a) And (b) is drawing for explaining drawing and each resonance mode which show the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter of the 1st example for explaining appearing two or more resonance modes and the relation of a frequency.

[Drawing 8] The typical top view showing the structure which excluded the surface acoustic wave resonator from the surface acoustic wave filter of the 1st example.

[Drawing 9] Drawing showing S11 reflection property in the surface acoustic wave filter of the structure shown in drawing 8 by the Smith chart.

[Drawing 10] Drawing showing S22 reflection property in the surface acoustic wave filter of the structure shown in drawing 8 by the Smith chart.

[Drawing 11] Drawing showing the reflection property S11 in the input side of the surface acoustic wave filter of the example of a comparison.

[Drawing 12] Drawing showing S22 reflection property in the output side of the surface acoustic wave filter of the example of a comparison by the Smith chart.

[Drawing 13] The typical top view showing the electrode structure of the

surface acoustic wave filter except two surface acoustic wave resonators from the surface acoustic wave filter of the 1st example.

[Drawing 14] Drawing showing S11 reflection property in the surface acoustic wave filter shown in drawing 13 by the Smith chart.

[Drawing 15] Drawing showing S22 reflection property in the surface acoustic wave filter shown in drawing 13 by the Smith chart.

[Drawing 16] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter constituted so that three resonance modes might be used without preparing a \*\* pitch electrode finger part.

[Drawing 17] Drawing showing the magnitude-of-attenuation-frequency characteristics for explaining the resonance mode of the surface acoustic wave filter with which spacing Y of the part in which a \*\* pitch electrode finger part is not prepared but, which IDT(s) adjoin is set to  $0.30\lambda$ .

[Drawing 18] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter concerning the modification of the 1st example.

[Drawing 19] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter concerning the modification of the 1st example.

[Drawing 20] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter concerning the modification of the 1st example.

[Drawing 21] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter concerning the modification of the 1st example.

[Drawing 22] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter concerning the modification of the 1st example.

[Drawing 23] The sectional view showing the structure which contained the surface acoustic wave filter of an example in the package in schematic drawing.

[Drawing 24] The typical top view showing the electrode structure of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 25] Drawing showing the transmission characteristic of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 26] Drawing showing the input-side VSWR property of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 27] Drawing showing the output side VSWR property of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 28] Drawing showing S11 reflection property in the input side

of the surface acoustic wave filter of the 2nd example by the Smith chart.

[Drawing 29] Drawing showing S22 reflection property in the output side of the surface acoustic wave filter of the 2nd example by the Smith chart.

[Drawing 30] The typical top view showing the modification of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 31] The typical top view showing the surface acoustic wave filter of other modifications of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 32] The typical top view showing the surface acoustic wave filter of other modifications of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 33] The typical top view showing the surface acoustic wave filter of other modifications of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 34] The typical top view showing the surface acoustic wave filter of other modifications of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 35] The typical top view showing the surface acoustic wave filter of other modifications of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 36] The typical top view showing the surface acoustic wave filter of other modifications of the surface acoustic wave filter of the 2nd example.

[Drawing 37] The typical top view showing the electrode configuration of the surface acoustic wave filter concerning the 3rd example.

[Drawing 38] The typical top view showing the electrode configuration of the surface acoustic wave filter concerning the modification of the 3rd example of this invention.

[Drawing 39] The typical top view showing the electrode configuration of the surface acoustic wave filter concerning the 4th example of this invention.

[Drawing 40] The typical top view showing the electrode configuration of the surface acoustic wave filter concerning the modification of further others of this invention.

[Drawing 41] The typical top view showing the electrode structure of conventional surface acoustic wave equipment.

[Description of Notations]

200 -- Surface acoustic wave filter

201,202 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter

section  
201X, 202X -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
203-205 -- IDT  
206, 207 -- Reflector  
208-210 -- IDT  
211, 212 -- Reflector  
213 -- Unbalance signal terminal  
214, 215 -- Balanced signal terminal  
216 -- Inductance component  
221-224 -- Surface acoustic wave resonator  
251 -- Bottom plate  
252 -- Annular side attachment wall  
253 -- Cap material  
255 -- Bump  
500 -- Surface acoustic wave filter  
501 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
503-505 -- IDT  
511 -- Unbalance signal terminal  
512, 513 -- Balanced signal terminal  
521 -- Surface acoustic wave resonator  
600 -- Surface acoustic wave filter  
601 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
603-605 -- IDT  
604a, 604 b--IDT parts  
611 -- Unbalance signal terminal  
612, 613 -- Balanced signal terminal  
621 -- Surface acoustic wave resonator  
700 -- Surface acoustic wave filter  
701 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
703-705 -- IDT  
704a, 704 b--IDT parts  
711 -- Unbalance signal terminal  
712, 713 -- Balanced signal terminal  
800 -- Surface acoustic wave filter  
801 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
803-805 -- IDT

811 -- Unbalance signal terminal  
812,813 -- Balanced signal terminal  
821,822 -- Surface acoustic wave resonator  
900 -- Surface acoustic wave filter  
901 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
903a - 907 a--IDT  
1000 -- Surface acoustic wave filter  
1001 1002 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
1001A, 1001B, 1002A, 1002B -- Vertical joint resonator mold surface  
acoustic wave filter section  
1001X, 1002X -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave  
filter section  
1021-1024 -- Surface acoustic wave resonator  
1021a, 1021b, 1022a, 1022b -- Surface acoustic wave resonator  
1050 -- Surface acoustic wave filter  
1100 -- Surface acoustic wave filter  
1101 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
1103-1105 -- IDT  
1111 -- Unbalance signal terminal  
1112 1113 -- Balanced signal terminal  
1121-1123 -- Surface acoustic wave resonator  
1200 -- Surface acoustic wave filter  
1201 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
1203-1205 -- IDT  
1204a, 1204 b--IDT parts  
1211 -- Unbalance signal terminal  
1212 1213 -- Balanced signal terminal  
1221-1223 -- Surface acoustic wave resonator  
1300 -- Surface acoustic wave filter  
1301 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter  
section  
1303-1305 -- IDT  
1304a, 1304 b--IDT parts  
1311 -- Unbalance signal terminal  
1312 1313 -- Balanced signal terminal  
1321-1323 -- Surface acoustic wave resonator  
1400 -- Surface acoustic wave resonator  
1401 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter

section

1403-1405 -- IDT

1411 -- Unbalance signal terminal

1412 1413 -- Balanced signal terminal

1421-1423 -- Surface acoustic wave resonator

1500 -- Surface acoustic wave filter

1501 -- Vertical joint resonator mold surface acoustic wave filter

section

1503a - 1507 a--IDT

1600 -- Surface acoustic wave filter

1601-1604 -- Reflector

1700 -- Surface acoustic wave filter

1701-1704 -- Reflector

X -- Piezo-electric substrate

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

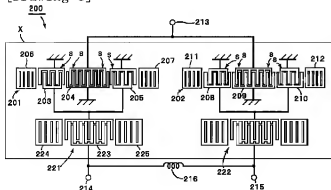
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

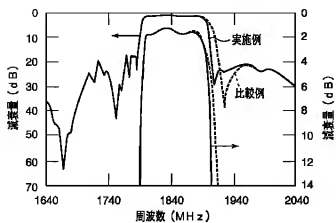
DRAWINGS

---

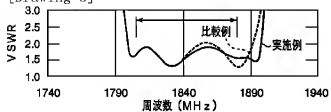
[Drawing 1]



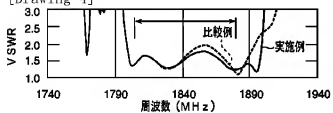
[Drawing 2]



[Drawing 3]

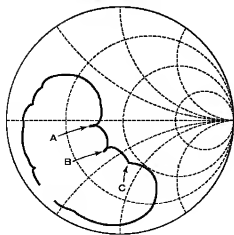


[Drawing 4]



[Drawing 5]

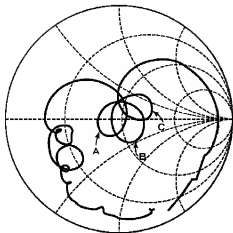
入力側反射特性 S<sub>11</sub>



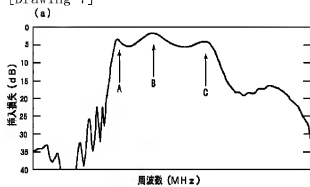
[Drawing 6]



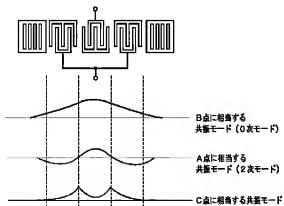
出力側反射特性 S 2 2



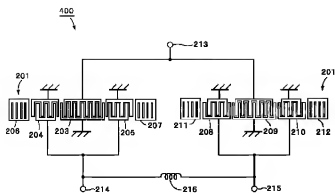
[Drawing 7]



(b)

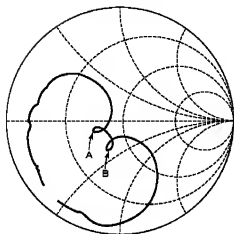


[Drawing 8]



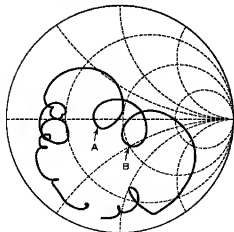
[Drawing 9]

入力側反射特性 S 1 1

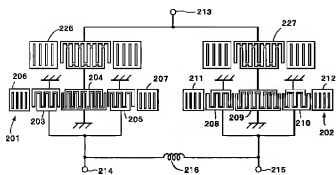


[Drawing 10]

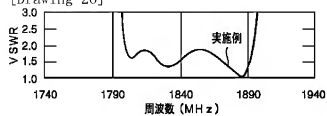
出力側反射特性 S 2 2



[Drawing 13]

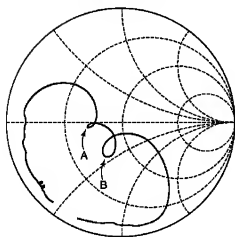


[Drawing 26]



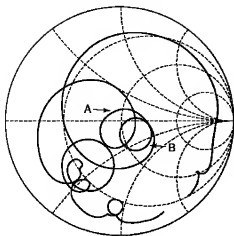
[Drawing 11]

入力側反射特性 S<sub>11</sub>



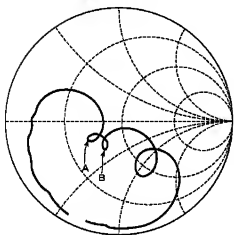
[Drawing 12]

出力側反射特性  $S_{22}$



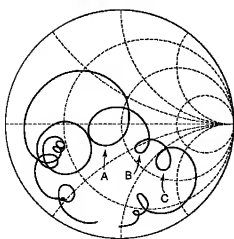
[Drawing 14]

入力側反射特性  $S_{11}$

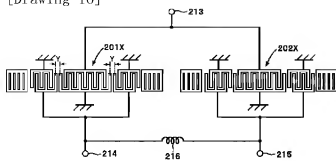


[Drawing 15]

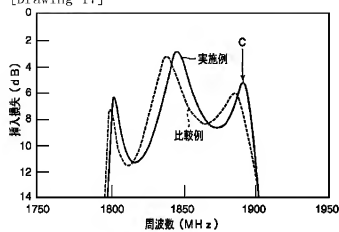
出力側反射特性  $S_{22}$



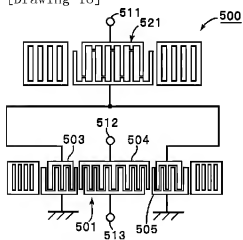
[Drawing 16]



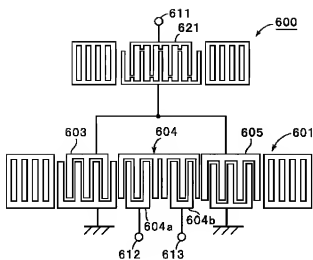
[Drawing 17]



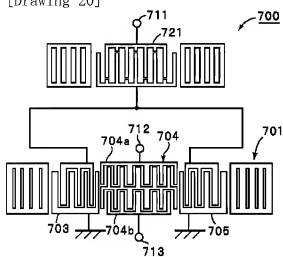
[Drawing 18]



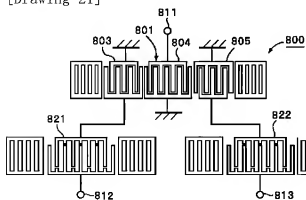
[Drawing 19]



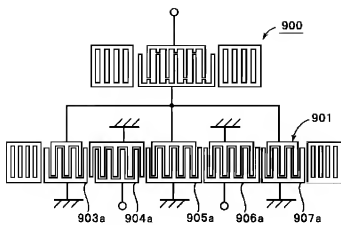
[Drawing 20]



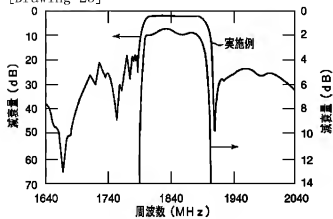
[Drawing 21]



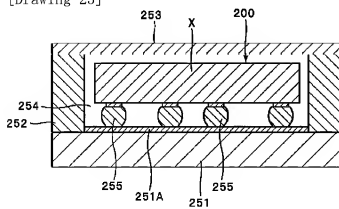
[Drawing 22]



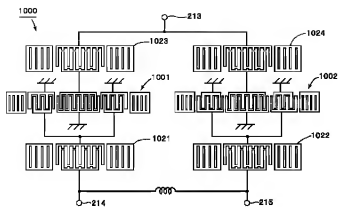
[Drawing 25]



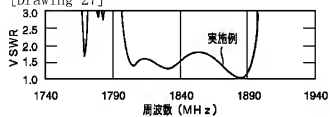
[Drawing 23]



[Drawing 24]

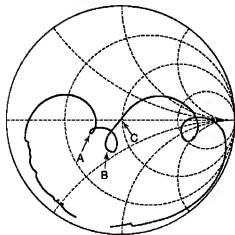


[Drawing 27]



[Drawing 28]

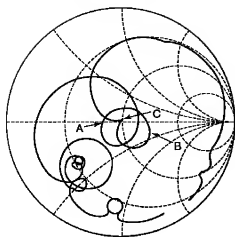
入力側反射特性 S<sub>11</sub>



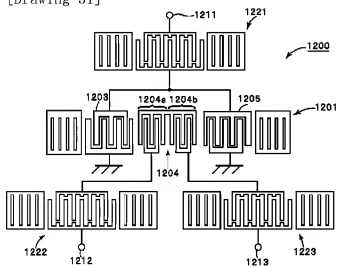
[Drawing 29]



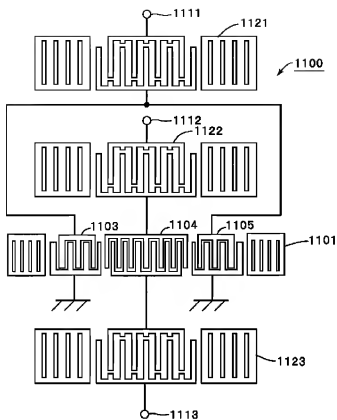
出力側反射特性 S 2 2



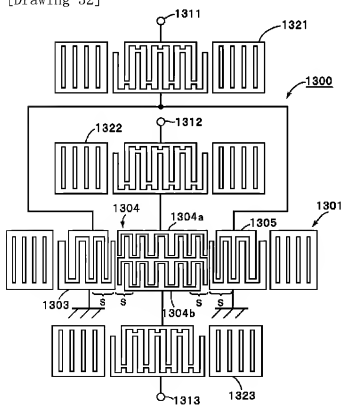
[Drawing 31]



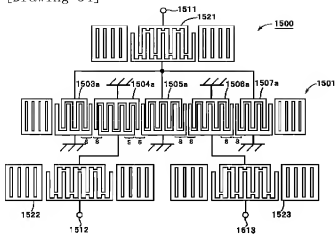
[Drawing 30]



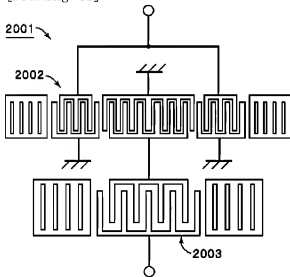
[Drawing 32]



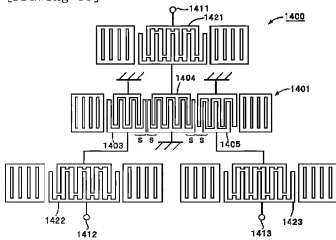
[Drawing 34]



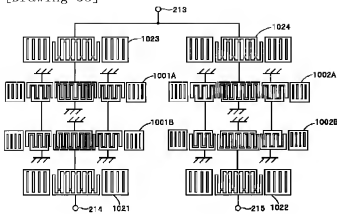
[Drawing 41]



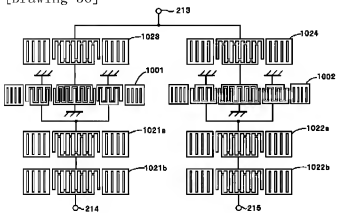
[Drawing 33]



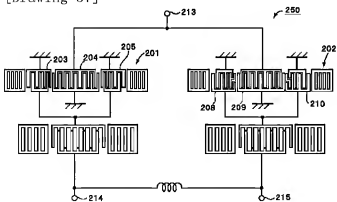
[Drawing 35]



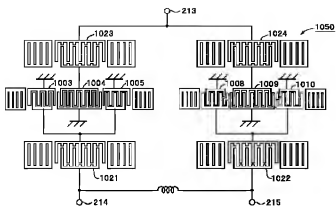
[Drawing 36]



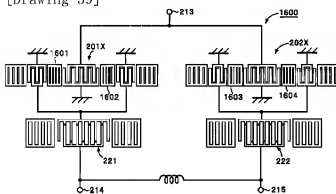
[Drawing 37]



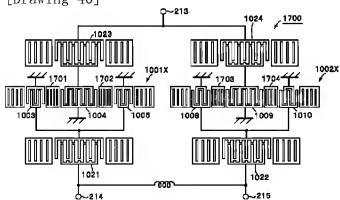
[Drawing 38]



[Drawing 39]



[Drawing 40]



[Translation done.]

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
H 0 3 H	9/64	H 0 3 H	5 J 0 9 Y
	9/145		A
	9/25		Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 20 頁)

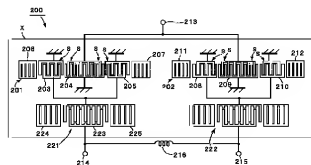
(21) 出願番号	特願2002-286320(P2002-286320)	(71) 出願人	00006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(22) 出願日	平成14年9月30日(2002.9.30)	(72) 発明者	高峰 裕一 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
(31) 優先権主張番号	特願2002-54781(P2002-54781)	(74) 代理人	100086597 弁理士 宮▼崎▲ 主税 Fターム(参考) 5J097 AA01 AA14 AA16 AA19 CC03 DD07 FF03 GG03 KK02 KK04
(32) 優先日	平成14年2月28日(2002.2.28)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

## (54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

## (57) 【要約】

【課題】 通過帯域内におけるフィルタ特性の悪化を招くことなく、VSWR特性を改善することが可能な弾性表面波フィルタを提供する。

【解決手段】 圧電基板A上に、IDT同士が隣接する部分に狭ピッチ電極指部が設けられている縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202が構成されており、弾性表面波フィルタ部201、202と入力信号端子213との間に直列に第1の弾性表面波共振子221、222がそれぞれ接続されており、弾性表面波フィルタ部201、202と出力信号端子214、215との間に、それぞれ、直列に第2の弾性表面波共振子223、224が接続されており、弾性表面波共振子221～224の共振点、弾性表面波フィルタ部201、202の通過帯域内に反共振点が通過帯域高周波側の通過帯域近傍に位置している、弾性表面波フィルタ200。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、前記圧電基板上において弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された少なくとも2つのIDTを有し、前記IDT同士が隣接している部分において、IDTの端部から一部分の電極指のピッチが当該IDTの他の部分の電極指の部分のピッチよりも狭くされている狭ピッチ電極指部を有する弾性表面波フィルタ部と、

前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子または出力信号端子との間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とを備え、

前記弾性表面波フィルタ部は縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタ部で、かつ3つの共振モードのうち最も高周波側に位置する共振モードはインピーダンスが容量性であり、

前記弾性表面波フィルタ部の共振点が、前記弾性表面波フィルタ部の通過帯域内に位置しており、前記弾性表面波共振子の反共振点が通過帯域高周波側の通過帯域近傍に位置しており、

前記最も高周波側に位置する共振モードのインピーダンスが、インピーダンス整合点に近くなるように前記弾性表面波共振子が構成されている、弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記弾性表面波フィルタ部の複数のIDTにおいて、IDT同士の隣接している部分において、IDTの少なくとも一部が重み付けされていることを特徴とする、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記弾性表面波フィルタ部が奇数個のIDTを有し、前記入力信号端子、出力信号端子のうち、より多くのIDTが接続されている方の信号端子と弾性表面波フィルタ部の間に、少なくとも1つの前記弾性表面波共振子が接続されていることを特徴とする、請求項1または2に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】 前記弾性表面波共振子が、前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子との間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子と、前記弾性表面波フィルタ部と出力信号の間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子であることを特徴とする、請求項1または2に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項5】 圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており、かつ弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された少なくとも2つのIDTと、隣接するIDT間に配置されており、かつ前記IDTとは電極指ピッチが異なる複数本の電極指を有する反射器とを備える弾性表面波フィルタ部と、

前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子または出力信号端子との間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とを備え、

前記弾性表面波フィルタ部は縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタ部で、かつ3つの共振モードのうち最も高周波側に位置する共振モードはインピーダンスが

容量性であり、

前記弾性表面波共振子の共振点が、前記弾性表面波フィルタ部の通過帯域内に位置しており、前記弾性表面波共振子の反共振点が通過帯域高周波側の通過帯域近傍に位置しており、

前記最も高周波側に位置する共振モードのインピーダンスが、インピーダンス整合点に近くなるように前記弾性表面波共振子が構成されている、弾性表面波フィルタ。

【請求項6】 前記弾性表面波フィルタ部が奇数個のIDTを有し、前記入力信号端子、出力信号端子のうち、より多くのIDTが接続されている方の信号端子と弾性表面波フィルタ部との間に少なくとも1つの前記弾性表面波共振子が接続されていることを特徴とする、請求項5に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項7】 前記弾性表面波共振子が、前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子との間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子と、前記弾性表面波フィルタ部と出力信号との間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子であることを特徴とする、請求項5に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項8】 前記入力信号端子及び／または出力信号端子と弾性表面波フィルタ部の間に、前記弾性表面波共振子が複数接続されている、請求項1～7のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項9】 前記入力信号端子及び／または出力信号端子が、一対の平衡信号端子である、請求項1～8のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項10】 前記入力または出力信号端子が平衡信号端子であり、前記出力または入力信号端子が不平衡信号端子であり、平衡-不平衡変換機能を有する、請求項1～9のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項11】 前記弾性表面波フィルタ部が、入力信号に対する出力信号の位相が約 $180^\circ$ 異なる第1、第2の弾性表面波フィルタ部を有し、第1、第2の弾性表面波フィルタ部の各一方の端子が共通接続されて不平衡信号端子とされており、第1、第2の弾性表面波フィルタ部の他方の端子が平衡信号端子とされている、請求項10に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項12】 前記弾性表面波フィルタ部が1つの弾性表面波フィルタ部により構成されており、該弾性表面波フィルタ部部分の一方の端子が一対の平衡信号端子であり、他方の端子が不平衡信号端子である、請求項10に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項13】 前記弾性表面波フィルタ部の少なくとも1つのIDTが、電極指交叉幅方向または弾性表面波伝搬方向に2分割されて構成された第1、第2のIDT部を有する、請求項11または12に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項14】 前記弾性表面波共振子及び前記弾性表面波フィルタ部が、同じ圧電基板上に構成されている、

請求項1～13のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項15】 ケース基板を備え、該ケース基板上に前記圧電基板の弾性表面波フィルタ部及び弾性表面波共振子が構成されている側の面がケース基板側となるように前記ケース基板上に前記弾性表面波フィルタが搭載されている、請求項1～14のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項16】 請求項1～15のいずれかに記載の弾性表面波フィルタを用いて構成されている通信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波フィルタに関し、より詳細には、弾性表面波フィルタ部に弾性表面波共振子が直列接続された構成を備える弾性表面波フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】携帯電話機のRF段の帯域フィルタとして弾性表面波フィルタが広く用いられている。

【0003】下記特許文献1には、この種の弾性表面波フィルタの一例が開示されている。図41は、この先行技術に記載の弾性表面波フィルタの電極構成を示す。弾性表面波フィルタ2001では、3IDTタイプの縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部2002に弾性表面波共振子2003が直列に接続されている。ここでは、弾性表面波共振子2003の反共振周波数が縦結合共振子型弾性表面波フィルタ2002の通過帯域よりも高周波側に位置するように、かつ共振周波数が通過帯域内に位置するように設定されている。弾性表面波共振子2003の反共振周波数が縦結合共振子型弾性表面波フィルタ2001の通過帯域よりも高周波側に位置しているため、通過帯域高周波側近く近傍の領域において減衰量が大きくなり、かつ共振周波数が通過帯域内に位置しているため、通過帯域内の伝送特性の大きな劣化が生じない。

【0004】

【特許文献1】特開平7-30367号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、弾性表面波フィルタ2001をDCS用フィルタのような通過帯域幅が広い帯域フィルタとして用いた場合、特に通過帯域内の高周波側領域においてVSWR特性が良好でないという問題があった。これは、フィルタの周波数が高いため、圧電基板やパッケージ内に発生する寄生容量の影響が大きくなり、広帯域のフィルタ特性を得ようとした場合にインピーダンスが容量性となるためである。

【0006】この傾向は、特に通過帯域の高周波側において顕著である。すなわち、3重モードフィルタは、広帯域化を図るために用いられているが、広帯域化しようとした場合、3つの共振モードの周波数間隔が必然的に

広くなる。他方、通過帯域内においてバランスよくインピーダンス整合を図るようにするため、3つの共振モードのうち、中央の共振モード付近においてインピーダンス整合が図られる。そのため、低域側及び高域側の他の2つの共振モードは整合条件から外れることになる。この場合、特に高周波用途では、周波数が高い側の共振モードの方が容量の影響が大きくなるため、インピーダンスは低周波側の共振モードでは誘導性、高周波側は共振モードでは容量性となる。そのため、高周波側の共振モードは他の2つのモードに比べて容量性になり易くなるため、上記問題がより顕著になりがちであった。

【0007】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、弾性表面波フィルタ部に弾性表面波共振子を直列に接続した弾性表面波フィルタにおいて、広帯域化を図った場合であっても、VSWR特性が良好である弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明に係る弾性表面波フィルタは、圧電基板と、前記圧電基板上において弾性表面波の伝播方向に沿って配置された少なくとも2つのIDTを有し、前記IDT同士が隣接している部分において、IDTの端部から一部分の電極指のピッチが当該IDTの他の部分の電極指の部分のピッチよりも狭くされている狭ピッチ電極指部を有する弾性表面波フィルタ部と、前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子または出力信号端子との間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とを備え、前記弾性表面波フィルタ部は縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタ部で、かつ3つの共振モードのうち最も高周波側に位置する共振モードはインピーダンスが容量性であり、前記弾性表面波共振子の共振点が、前記弾性表面波フィルタ部の通過帯域内に位置しており、前記弾性表面波共振子の反共振点が通過帯域高周波側の通過帯域近傍に位置しており、前記最も高周波側に位置する共振モードのインピーダンスが、インピーダンス整合点を近くなるように前記弾性表面波共振子が構成されていることを特徴とする。

【0009】第1の発明の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタ部の複数のIDTにおいて、IDT同士の隣接している部分において、IDTの少なくとも一部が重み付けされている。重み付けにより通過帯域外特性を改善することができる。また、平衡-不平衡変換機能を有する構成では、不平衡信号端子と一方の平衡信号端子との間の回路に対して、不平衡信号端子と他の平衡信号端子との間の回路から出力される信号の振幅のずれや位相差の180°からのずれを補正することもできる。

【0010】第1の発明の他の特定の局面によれば、前記弾性表面波フィルタ部が奇数個のIDTを有し、前記入力信号端子、出力信号端子のうち、より多くのIDTが接続されている方の信号端子と弾性表面波フィルタ部



との間に少なくとも1つの上記弾性表面波共振子が接続されている。それによって、VSWR特性がより一層改善される。

【0011】第1の発明の別の特定の局面では、前記弾性表面波共振子として、前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子との間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子と、前記弾性表面波フィルタ部と出力信号の間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とが備えられ、それによって、VSWR特性をより一層改善することができる。

【0012】本願の第2の発明に係る弾性表面波フィルタは、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており、かつ弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された少なくとも2つのIDTと、隣接するIDT間に配置されており、かつ前記IDTとは電極指ピッチが異なる複数本の電極指を有する反射器とを備える。前記弾性表面波フィルタ部と、前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子または出力信号端子との間に直列に接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とを備え、前記弾性表面波フィルタ部は縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタ部で、かつ3つの共振モードのうち最も高周波側に位置する共振モードはインピーダンスが容量性であり、前記弾性表面波共振子の共振点が、前記弾性表面波フィルタ部の通過帯域内に位置しており、前記弾性表面波共振子の反射共振点は通過帯域高周波側の通過帯域近傍に位置しており、前記最も高周波側に位置する共振モードのインピーダンスが、インピーダンス整合点に近くなるように前記弾性表面波共振子が構成されていることを特徴とする。

【0013】第2の発明の他の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタ部が奇数個のIDTを有し、前記入力信号端子、出力信号端子のうち、より多くのIDTが接続されている方の信号端子と弾性表面波フィルタ部の間に少なくとも1つの前記弾性表面波共振子が接続されている。それによって、VSWR特性がより一層改善される。

【0014】第2の発明のさらに別の特定の局面では、前記弾性表面波共振子として、前記弾性表面波フィルタ部と入力信号端子との間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子と、前記弾性表面波フィルタ部と出力信号との間に直列接続された少なくとも1つの弾性表面波共振子とが備えられる。それによって、VSWR特性がより一層改善される。

【0015】第1、第2の発明（以下、本発明と総称する）のさらに他の特定の局面では、入力信号端子及び／または出力信号端子と、弾性表面波フィルタ部との間に、前記弾性表面波共振子が複数接続されている。

【0016】本発明に係る弾性表面波フィルタのさらに別の特定の局面では、前記入力端子及び／または出力信号端子が、一対の平衡信号端子である。本発明に係る弾性表面波フィルタのさらに他の特定の局面では、前記入

力または出力信号端子が平衡信号端子であり、前記出力または入力信号端子が不平衡信号端子であり、平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタが提供される。

【0017】本発明の弾性表面波フィルタのさらに別の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタ部が、入力信号に対する出力信号の位相が約 $180^\circ$ 異なる第1、第2の弾性表面波フィルタ部を有し、第1、第2の弾性表面波フィルタ部の一方の端子が共通接続されて不平衡信号端子とされており、第1、第2の弾性表面波フィルタ部の他方の端子が平衡信号端子とされている。

【0018】本発明の弾性表面波フィルタのさらに他の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタ部が1つの弾性表面波フィルタ部により構成されており、該弾性表面波フィルタ部の一方の端子が一対の平衡信号端子であり、他方の端子が不平衡信号端子である。

【0019】本発明に係る弾性表面波フィルタのさらに別の特定の局面では、前記弾性表面波フィルタ部の少なくとも1つのIDTが、電極指交差幅方向または弾性表面波伝搬方向に2分割されて構成された第1、第2のIDT部を有する。

【0020】本発明に係る弾性表面波フィルタのさらに他の特定の局面では、前記弾性表面波共振子及び前記弾性表面波フィルタ部が、同じ圧電基板上に構成されており、従って、単一のチップ部品として本発明に係る弾性表面波フィルタを構成することができる。

【0021】本発明に係る弾性表面波フィルタのさらに他の特定の局面では、ケース基板がさらに備えられ、前記圧電基板の弾性表面波フィルタ部及び弾性表面波共振子が構成されている側の面がケース基板側となるように前記ケース基板上に前記弾性表面波フィルタが搭載されており、従って、フリップチップ工法により弾性表面波フィルタ素子がケース基板に搭載された弾性表面波フィルタ装置を本発明に従って提供することができる。

【0022】本発明に係る通信機は、本発明に従って構成された弾性表面波フィルタを用いて構成されていることを特徴とする。すなわち、本発明に係る通信機は、本発明に従って、広帯域であり、かつVSWR特性が良好な弾性表面波フィルタを帯域フィルタとして備える。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0024】図1は、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波フィルタの模式的平面図である。本実施例は、DCS受信用の平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタに適用した例である。本実施例では、不平衡信号端子側のインピーダンスが $50\Omega$ であり、平衡信号端子側のインピーダンスが $150\Omega$ とされている。

【0025】 $40 \pm 5^\circ$  YカットX伝搬LiTaO<sub>3</sub>基板からなる圧電基板X（輪郭のみを略図的に示す）上

に、A1よりなる図示の電極構造が形成されている。縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201は、表面波伝搬方向に沿って配置された3個のIDT203～205を有する。IDT203～205が設けられている領域の表面波伝搬方向の両側に、反射器206、207が配置されている。

【0026】図1に示されているように、IDT203、204が隣接している部分及びIDT204、205が隣接している部分では、IDTの端部から数本の電極指のピッチが各IDT203～205の残りの部分の電極指ピッチよりも狭くされている。すなわち、図1の矢印Sで代表して示す狭ピッチ電極指部が構成されている。IDT203～205に狭ピッチ電極指部が設けられていることにより、通過帯域内の挿入損失の低減が図られる。

【0027】縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202においても、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201と同様に3個のIDT208～210及び反射器211、212が備えられている。また、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202においても、IDT208、209が隣接する部分及びIDT209、210が隣接する部分において、矢印Sで代表して示す狭ピッチ電極指部が形成されている。

【0028】なお、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202のIDT208、210は、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201のIDT203、205に対して反転されている。すなわち、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202の入力信号に対する出力信号の位相は、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201の出力信号の位相に対して約 $180^\circ$ 反転されている。

【0029】図1において、入力端子は不平衡信号端子213であり、出力端子が一对の平衡信号端子214、215である。平衡信号端子214、215間には、インダクタンス素子216が接続されている。インダクタンス素子216としては、本実施例では、 $18\text{ nH}$ のインダクタンス素子が設けられている。

【0030】縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201と平衡信号端子214との間には、弾性表面波共振器221が直列に接続されており、同様に、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202と平衡信号端子215との間にも、弾性表面波共振器222が直列に接続されている。

【0031】より具体的には、本実施例では、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201では、IDT203、205が上記弾性表面波共振器221に接続されている。同様に、第2の縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202においては、IDT208、210が弾性表面波共振器222に接続されている。

【0032】弾性表面波共振器221では、1つのIDT223の表面波伝搬方向の両側に反射器224、22

5が形成されている。すなわち、弾性表面波共振器221は、反射器を有する1ポート型弾性表面波共振器である。弾性表面波共振器222も同様に構成されている。

【0033】なお、弾性表面波共振器221、222としては、反射器を有しない弾性表面波共振器を用いてもよい。なお、図1においては、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201、202及び弾性表面波共振器221、222の電極指は、図を簡潔するために、実際の数よりも少なく図示されている。

【0034】本実施例では、弾性表面波共振器221、222は同様に設計されている。また、弾性表面波共振器221、222の共振周波数が、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201、202の通過帯域内に位置するように、反共振周波数が通過帯域高周波側の近傍に位置するように設定されている。従って、後述の実験例から明らかなように、弾性表面波共振器221、222を用いることにより、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201、202の共振モードのうち最も高周波側に位置する共振モードのインピーダンスが入力端子及び出力端子のいずれにおいてもインピーダンス整合点に近くなり、VSWR特性の改善が図られる。これを具体的な実験例に基づき説明する。

【0035】本実施例の縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201の具体的な設計例を説明する。本実施例では、IDT203～205及びIDT208～210の狭ピッチ電極指部の電極指ピッチはすべて等しくされており、この狭ピッチ電極指部以外の電極指部ピッチで定められる表面波の波長を $\lambda$ 1とする。

【0036】交叉幅 $W=41.8\lambda$ 1  
IDT203、205の電極指の本数：狭ピッチ電極指部の電極指部の本数=3本、残りの電極指部の電極指の本数=18本

IDT204の電極指の本数：狭ピッチ電極指部の電極指の本数=3本（IDT203、205に隣接しているそれぞれの箇所）、残りの電極指部の本数=33本  
反射器206、207の電極指の本数=90本  
IDTのデューティ比=0.72  
反射器206、207のデューティ比=0.57  
電極膜厚=0.092 $\lambda$ 1

縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部202は、IDT208、210の向きがIDT203、205と逆とされていること、並びに反射器の電極指の本数が60本とされていること以外は、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201と同様に構成した。

【0037】もっとも、本実施例では、平衡信号端子214、215間の平衡度の向上及び通過帯域外減衰量の拡大を図るために、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201、202の設計を異ならせてもよく、その場合においても、本発明の構成を満たす限り、本発明の効果を発揮することができる。

【0038】弾性表面波共振子221, 222の設計は以下の通りである。

交叉幅=23.6 $\mu$ m

IDTの電極指の本数=241本

反射器の電極指の本数=30本

デューティ比=0.60

電極膜厚=0.093 $\mu$ m

弾性表面波共振子221, 222は同じように設計されている。しかしながら、平衡信号端子214, 215間の平衡度の向上及び通過帯域外減衰量の拡大を図るために、弾性表面波共振子221, 222の設計を異ならせてもよい。この場合においても、共振周波数が、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201, 202の通過帯域内に、反共振周波数が通過帯域高周波側の近傍に位置するように設定されている限り、本発明の効果を得ることができる。

【0039】上記のようにして構成された本実施例の弾性表面波フィルタ200の伝送特性を図2に実線で示す。また、上記実施例の弾性表面波フィルタの入力側（不平衡信号端子215側）のVSWR特性を図3に、出力側（平衡信号端子214, 215側）のVSWR特性を図4にそれぞれ実線で示す。また、比較のために、図2～図4において、破線で比較例の弾性表面波フィルタの特性を示す。

【0040】比較例の弾性表面波フィルタは、従来のように通過帯域高周波側の減衰量が大きくなるように、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ201, 202に弾性表面波共振子221, 222を直列接続した弾性表面波フィルタ（比較例）である。比較例は、弾性表面波共振子221, 222のピッチで決まる波長を、実施例に対して1%小さくしている。それ以外は、全て実施例と同じ構成である。

【0041】DCS受信用フィルタにおける通過帯域の周波数範囲は、1805～1880MHzである。この周波数範囲において、実施例と比較例の弾性表面波フィルタのVSWR特性を比較すると、図3及び図4から明らかなように、実施例では、VSWR特性が改善されていることがわかる。すなわち、比較例では、入力側が2.1、出力側が約1.9であるのに対し、実施例では入力側が約1.8、出力側が約1.7である。従って、入力側及び出力側において、それぞれ、実施例では、比較例に比べてVSWRが0.3及び0.2改善されていることがわかる。また、図2に示されているように、実施例の弾性表面波フィルタの伝送特性は、比較例の弾性表面波フィルタの伝送特性に対して、通過帯域高周波側1920～1980MHzの減衰量が1dB程度悪化しているが、通過帯域内の伝送特性は、ほとんど変化していないことがわかる。

【0042】すなわち、本実施例では、比較例の弾性表面波フィルタに対し、通過帯域内の伝送特性をそれほど

劣化させることなく、VSWRを改善し得ることがわかる。本実施例において、上記効果が得られる理由を説明する。

【0043】図5は、上記実施例の弾性表面波フィルタの入力側における反射特性S11を、図6は、出力側における反射特性S22をそれぞれスミスチャートで表わした図である。それぞれ共振モードA～Cが存在することがわかる。すなわち、実施例の弾性表面波フィルタ200は、縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタであることがわかる。

【0044】図7(a)は、実施例の弾性表面波フィルタのより広い周波数範囲にわたる伝送特性を示す図である。この減衰量周波数特性上において、矢印A～Cで示す各共振モードが表れていることがわかる。すなわち、図7(b)に示すように、3個のIDTを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタでは、0次モード（矢印Bで示す共振モード）、2次モード（矢印Aで示す共振モード）並びにIDT-IDT間隔部に、弾性表面波の強度分布のピークを有するモード（矢印Cで示す共振モード）の3つを用いて通過帯域が形成される。

【0045】次に、図8に示すように、上記実施例の弾性表面波フィルタ200から、弾性表面波共振子221, 222を除いた縦結合共振子型弾性表面波フィルタを製造したとする。図8に示した弾性表面波フィルタ400では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201, 202のみが用いられている。

【0046】弾性表面波フィルタ400の入力側における反射特性S11及び出力側における反射特性S22をスミスチャートで表わした図を、それぞれ、図9及び図10に示す。図9及び図10を図5及び図6と比較すれば明らかなように、共振モードCがなくなっていることがわかる。これは、共振モードCが存在しないわけではなく、インピーダンス整合点から大きく外れている位置に共振モードCが生じるため、スミスチャート上で確認され得ないだけである。

【0047】同様に、比較例の弾性表面波フィルタの入力側における反射特性S11及び出力側における反射特性S22をスミスチャートで表わした図を、それぞれ、図11及び図12に示す。図11及び図12を図5及び図6と比較すれば明らかなように、図8で示した弾性表面波フィルタ400の反射特性と同様に、共振モードCが確認できない。これは比較例の弾性表面波フィルタでは、通過帯域高周波側の減衰量を重視して弾性表面波共振子221, 222が構成されているので、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ201, 202の共振モードCが十分にインピーダンス整合点に近づけられていないためである。すなわち、実施例の弾性表面波フィルタ200では、インピーダンス整合点から大きく外れている共振モードCがインピーダンス整合点に近づくように弾性表面波共振子221, 222が構成されているので、そ

れによってVSWR特性が改善されている。

【0048】本願発明者は、上記図9及び図10の結果をふまえて、弾性表面波共振子を縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202にどのように接続すればよいかを確認した。図14及び図15は、図13に示すように、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202の入力側のみに弾性表面波共振子226、227を付加した場合の、反射特性S11、S22をスミスチャートで表わした図である。

【0049】図14及び図15から明らかなように、入力側に弾性表面波共振子が付加されている場合には、反射特性S22側に共振モードCが表れているが、インピーダンス整合点から離れているため、反射特性S11側では共振モードCは確認することができない。従って、上記実施例に比べてVSWRを十分に改善することができない。

【0050】すなわち、実施例1のように、入力端子と出力端子のうち、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202のIDTがより多く接続されているが、弾性表面波共振子を付加することにより、VSWR特性をより効果的に改善し得ることがわかる。

【0051】また、本発明では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202が上述した狭ビッチ電極指部を有する。従って、通過帯域内の挿入損失を低減することができるとともに、本発明の効果が一層大きくなる。これを以下において説明する。

【0052】狭ビッチ電極指部を設けずに、上述した共振モードを利用するには、図16に示されているように、各縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201X、202Xにおいて、狭ビッチ電極指部を有しないIDT同士が隣接する部分のIDT間の間隔Yを約 $(0.25 + 0.5n) \lambda$ （ $n = 0, 30 + 0.5n$ ） $\lambda$ （ただし $n = 0, 1, 2, \dots$ ）とする必要がある。場合には、表面波伝搬路内に大きな不連続点が発生することとなり、通過帯域内の挿入損失が悪化する。特に、上記共振モードCは、IDTが隣接する部分に電流分布のピークを有するため、伝搬路が不連続になると最も大きく影響を受ける。

【0053】図17の破線は、狭ビッチ電極指部を設けなかったこと、IDT同士が隣接する部分の両者の間隔Yを $0.30 \lambda$ としたことを除いては上記実施例と同様に構成された弾性表面波フィルタの共振モードを説明するための減衰量一周波数特性を示す。なお、狭ビッチ電極指部は設けられていないが、残りの電極指部と同じビッチの電極指が設けられ、IDTの全体の電極指の本数は実施例と同様とされている。

【0054】また、図17においては、この比較例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの特性が破線で、上記実施例の弾性表面波フィルタ200の特性が実線で示されている。

【0055】図17から明らかなように、IDTが隣接する部分の間隔を $0.30 \lambda$ とした場合、共振モードCの挿入損失が上記実施例の場合に比べて大きくなっており、共振モードCのQが悪化していることがわかる。このように、共振モードCのQが悪化する、共振モードCのインピーダンス整合を図ったとしても、通過帯域の右肩すなわち、高周波側の肩が欠けた特性となる。従って、通過帯域内の挿入損失の偏差が大きくなる。通過帯域内の挿入損失の偏差が大きくなることを避けるには、通過帯域幅を広くすればよい。しかしながら、その場合には、VSWR特性が悪化し、本発明の効果が十分に得られなくなる。すなわち、本発明の効果を有するには、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202として、狭ビッチ電極指部を有するものを用いることが必要である。

【0056】上記のように、上記実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ200では、圧電基板上に弾性表面波の伝搬方向に沿って3個のIDT203~205、208~210を有し、かつ狭ビッチ電極指部を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202が用いられており、かつ縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202において、出力側、つまりより多くのIDTが接続されている側に直列に弾性表面波共振子221、222が付加されている。そして、上記弾性表面波共振子221、222の共振周波数が、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202の通過帯域内に、反共振周波数が通過帯域高周波側近傍の通過帯域外に配置されている。さらに、弾性表面波共振子を用いることにより弾性表面波フィルタ200のものとも高周波側に位置する共振モードCのインピーダンスがインピーダンス整合点に近づけられることによって通過帯域内の伝送特性をそれほど劣化させることなく、VSWR特性を改善することが可能となる。

【0057】図18~図22は、それぞれ、このような本発明の弾性表面波フィルタの変形例を示す各模式的回路図である。図18に示す弾性表面波フィルタ500は、不平衡信号—平衡信号変換機能を有する弾性表面波フィルタの変形例である。ここでは、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部501が3個のIDT503~505を有する。両側のIDT503、505に、直列に弾性表面波共振子521が接続され、弾性表面波共振子521が不平衡信号端子511に接続されている。中央のIDT504の両端に、一対の平衡信号端子512、513が接続されている。

【0058】図19に示す弾性表面波フィルタ600では、3つのIDTを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部601が用いられている。ここでは、IDT603~605のうち、中央のIDT604が、表面波の伝搬方向において2つのIDT部分604a、604bを有するように分割されている。IDT603、605

に、弾性表面波共振器621を介して不平衡信号端子611が接続されている。IDT604のIDT部分604a、604bに、それぞれ、一对の平衡信号端子612、613が接続されている。

【0059】図20に示す変形例の弾性表面波フィルタ700では、図19に示した弾性表面波フィルタ600とは異なり、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部701の中央のIDT704が電極指交差幅方向に2分割されてIDT部分704a、704bが構成されている。そして、IDT部分704a、704bに、それぞれ、平衡信号端子712、713が接続されている。外側のIDT703、705は、共通接続され、かつ弾性表面波共振器721を介して不平衡信号端子711に接続されている。

【0060】図21に示す弾性表面波フィルタ800では、縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部801の中央のIDT804に、不平衡信号端子811が接続されている。両側のIDT803、805に、それぞれ、弾性表面波共振器821、822を介して、平衡信号端子812、813が接続されている。IDT803とIDT805とは、図示のように極性が反転されている。

【0061】図21に示した弾性表面波フィルタ800では、3個のIDT803～805が用いられていたが、図22に示す変形例の弾性表面波フィルタ900のように、5個のIDT903a～907aを有する縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部901を用いてもよい。

【0062】なお、実施例の縦結合共振器型弾性表面波フィルタをパッケージに収納した構造を得る場合には、様々なパッケージ構造を用いることができる。例えば、図23に示すように、底板251と、底板251の上面に固定された環状側壁252と、環状側壁252の上方開口を閉成するように取り付けられる平板状のキャップ材253とからなるパッケージを用いることができる。ここでは、パッケージ内の空間254内に、上記圧電基板A上に形成された縦結合共振器型弾性表面波フィルタが、フリップチップ工法により底板251の上面に固定されている。すなわち、図23に略図的に示すように、底板251の上面には、弾性表面波フィルタ200に接合される種々の電極251Aが形成されており、パンプ255により、弾性表面波フィルタ200が底板251上に固定されるとともに、電気的に接続されている。すなわち、弾性表面波フィルタ200は、圧電基板Xの縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201などが形成されている面側を下面として、底板251上に固定されている。

【0063】もともと、本発明に係る弾性表面波フィルタでは、上記のようなパンプボンディングによりパッケージと圧電基板に形成された電極の電気的接続が図られている必要は必ずしもなく、ワイヤボンディングなどに

よりパッケージと圧電基板との電極とが電気的に接続されていてもよい。もともと、ワイヤボンディングによりパッケージと圧電基板との電極との電気的接続を清たす構造では、ワイヤのインダクタンス成分によりインピーダンスが誘導性となり易い。これに対して図23に示したように、フリップチップ工法によりパッケージに圧電基板を搭載した構造では、ワイヤによるインダクタンス成分がなくなるため、インピーダンスが容量性となり易い。そのため、図23に示したように、フリップチップ工法により弾性表面波フィルタ200がパッケージに収納された構造においては、より本発明の効果が得られる。

【0064】なお、上記実施例では、 $40 \pm 5^\circ$  YカットX伝搬LiTaO<sub>3</sub>が圧電基板Aとして用いられたが、 $64 \sim 72^\circ$  YカットX伝搬LiNbO<sub>3</sub>基板、 $41^\circ$  YカットX伝搬LiNbO<sub>3</sub>などの他の圧電基板を用いてもよい。

【0065】図24は、本発明の第2の実施例に係る弾性表面波フィルタ1000の模式的平面図である。本実施例では、第1の実施例の構成に加え、弾性表面波共振器1023、1024が縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部1001、1002と不平衡信号端子213間にそれぞれ接続されている。縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部1001、1002の具体的な設計は、第1の実施例の縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部201、202に対して狭ビッチ電極指部のピッチをわずかに変更した以外に、全て同じ構成である。また、弾性表面波共振器1021～1024の設計は、弾性表面波共振器221、222と同じである。

【0066】上記のようにして構成された本実施例の弾性表面波フィルタ1000の伝送特性を図25に示す。また、上記実施例の弾性表面波フィルタの入力側（不平衡信号端子213側）のVSWR特性を図26に、出力側（平衡信号端子214、215側）のVSWR特性を図27にそれぞれ示す。

【0067】図24に示す弾性表面波フィルタ1000においても、通過帯域内の特性が大きく悪化せず、第1の実施例よりも良好なVSWR特性が得られていることがわかる。

【0068】図28は、上記実施例の弾性表面波フィルタの入力側における反射特性S11を、図29は、出力側における反射特性S22をそれぞれスミスチャートで表わした図である。第1の実施例よりも共振モードCが、インピーダンス整合点に近づいていることがわかる。これにより、第1の実施例よりもさらにVSWR特性が改善されたものである。しかし、本実施例のように第1の実施例からさらに直列接続する弾性表面波共振器が増えると、通過帯域内の挿入損失がわずかに悪化してしまう。すなわち、本実施例の構成は、通過帯域内の挿入損失よりもVSWR特性の方が重要なフィルタにおい

て、第1の実施例よりもより大きな効果が得られる。

【0069】上記のように、上記実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1000では、実施例の構成から、入力側、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部のIDTが少なく接続されている側にも直列に弾性表面波共振子1023、1024が追加されている。そして上記弾性表面波共振子の共振周波数が縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1001、1002の通過帯域内に、反共振周波数が通過帯域高周波側近傍の通過帯域外に配置されている。さらに、弾性表面波共振子1021～1024を用いることにより弾性表面波フィルタ1000のもっとも高周波側に位置する共振モードCのインピーダンスがインピーダンス整合点に近づけられることによって、第1の実施例よりもさらに良好なVSWR特性が得られる。

【0070】図30～図35は、それぞれ、このような本実施例の弾性表面波フィルタの変形例を示す各模式的回路図である。図30に示す弾性表面波フィルタ1100は、不平衡信号—平衡信号変換機能を有する弾性表面波フィルタの変形例である。ここでは、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1101が3個のIDT1103～1105を有する。両側のIDT1103、1105に、直列に弾性表面波共振子1121が接続され、弾性表面波共振子1121が不平衡信号端子1111に接続されている。中央のIDT1104の両端に、弾性表面波共振子1122、1123を介して、一対の平衡信号端子1112、1113が接続されている。

【0071】図31に示す弾性表面波フィルタ1200では、3つのIDTを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1201が用いられている。ここでは、IDT1203～1205のうち、中央のIDT1204が、表面波の伝搬方向において2つのIDT部分1204a、1204bを有するように分割されている。IDT1203、1205に、弾性表面波共振子1221を介して不平衡信号端子1211が接続されている。IDT1204のIDT部分1204a、1204bに、弾性表面波共振子1222、1223を介して、それぞれ一対の平衡信号端子1212、1213が接続されている。

【0072】図32に示す変形例の弾性表面波フィルタ1300では、図31に示した弾性表面波フィルタ1200とは異なり、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1301の中央のIDT1304が電極指交差方向に2分割されてIDT部分1304a、1304bが構成されている。そして、IDT部分1304a、1304bに、弾性表面波共振子1322、1323を介して、それぞれ、平衡信号端子1312、1313が接続されている。外側のIDT1303、1305が直通接続され、かつ弾性表面波共振子1321を介して不平衡信号端子1311に接続されている。

【0073】図33に示す弾性表面波フィルタ1400では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1401の中央のIDT1404に、弾性表面波共振子1421を介して、不平衡信号端子1411が接続されている。両側のIDT1403、1405に、それぞれ、弾性表面波共振子1422、1423を介して、平衡信号端子1412、1413が接続されている。IDT1403とIDT1405は、図示のように極性が反転されている。

【0074】図33に示した弾性表面波フィルタでは、3個のIDT1403～1405が用いられていたが、図34に示す変形例の弾性表面波フィルタ1500のように、5個のIDT1503a～1507aを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1501を用いてもよい。

【0075】さらに、図35に示すように、実施例の弾性表面波フィルタ1000の変形例として、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1001、1002を、それぞれ2段の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1001A、1001B及び縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部1002A、1002Bを有するように構成してもよい。

【0076】また、上記実施例では、入力側及び出力側、それぞれ1つの弾性表面波共振子が接続されていたが、弾性表面波フィルタ部の入力側及び出力側において、複数の弾性表面波共振子が接続されていてもよい。

【0077】すなわち、図36に示すように、弾性表面波フィルタ部1001、1002の出力側に、それぞれ2個の弾性表面波共振子1021a、1021b及び1022a、1022bを接続してもよい。

【0078】図37は、本発明の第3の実施例に係る弾性表面波フィルタ250の電極構造を示す模式的平面図である。ここで縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部202のIDT208及び210において、電極指に直列重み付けが施されている。すなわち、IDT同士が隣接する部分において、IDTの一部に電極指に直列重み付けが施されている。その他の点については、第1の実施例の弾性表面波フィルタ200と同様に構成されている。

【0079】上記重み付けを施すことにより、平衡—不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタにおいて重要な特性である振幅差や位相差を改善することができる。すなわち、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201、202間の振幅特性のずれや位相差180°からのずれを補正するために、上記のように重み付けを施してもよい。

【0080】なお、IDT同士が隣接する部分において上記のような重み付けを施した場合、図7に示した共振モードCが高インピーダンスとなる。従って、通過帯域内のVSWR特性が劣化する恐れがある。しかしながら

弾性表面波の伝搬路が不連続にされているわけではないため、共振モードのQ自体は悪化しない。従って、第3の実施例においても、弾性表面波共振子221、222を用いて共振モードCのインピーダンスを整合点に近づけることにより、第1の実施例と同様にVSWRを改善することができる。

【0081】また、図38に示すように、第2の実施例で示した弾性表面波フィルタ1000に対して直列重み付けを施した弾性表面波フィルタ1050においても、弾性表面波共振子1021~1024を用いて共振モードCのインピーダンスを整合点に近づけることにより、第2の実施例と同様にVSWRを改善することができる。

【0082】なお、図37及び図38においては、IDT同士が隣接する部分において、IDT208、210及びIDT1008、1010に直列重み付けが施されていたが、他の重み付け方法を用いてもよい。例えば、間引き重み付け、交叉重み付けあるいはデューティ重み付けなどを用いてもよい。

【0083】図39は、第4の実施例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図である。第4の実施例の弾性表面波フィルタ1600では、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201X、202Xにおいて、狭ビッチ電極指部が設けられており、代わりに狭ビッチ電極指部とほぼ同じ電極指ビッチの反射器1601~1604が挿入されていることを除けば、第1の実施例の弾性表面波フィルタ200と同様に構成されている。

【0084】縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部201X、202Xにおいて、IDT同士が隣接する部分に、反射器1601~1604を挿入することにより、図7に示した共振モードCが高インピーダンスとなるため、通過帯域内のVSWRが劣化する恐れがある。しかしながら、本実施例においても、弾性表面波の伝搬路自体が不連続にされているわけではないため、共振モードのQ自体は悪化しない。従って、第1の実施例と同様に、弾性表面波共振子221、222を用いて、共振モードCのインピーダンスを整合点に近づけることにより、第1の実施例と同様にVSWRを改善することができる。

【0085】また、図40に示すように、第2の実施例で示した弾性表面波フィルタ1000に対して狭ビッチ電極指部を設けず、代わりに狭ビッチ電極指とほぼ同じ電極指ビッチの反射器1701~1704が挿入されている弾性表面波フィルタ1700においても、弾性表面波共振子1021~1024を用いて共振モードCのインピーダンスを整合点に近づけることにより、第2の実施例と同様にVSWRを改善することができる。

【0086】

【発明の効果】第1の発明に係る弾性表面波フィルタで

は、狭ビッチ電極指部を有する少なくとも2個のIDTを備えた縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタ部と入力信号端子または出力端子との間に少なくとも1つの弾性表面波共振子が直列に接続されており、該弾性表面波フィルタ部の3つの共振モードのうちもっとも高周波側部に位置する共振モードのインピーダンスが容量性であり、上記弾性表面波共振子の共振点が、フィルタの通過帯域内に位置しており、反共振点が通過帯域高周波側の通過帯域近傍に位置しており、上記もっとも高周波側部に位置する共振モードのインピーダンスが、インピーダンス整合点に近くなるように上記弾性表面波共振子が構成されている。従って、もっとも高周波側部に位置する共振モードのインピーダンスがあえて容量性となった上で、付加される上記弾性表面波共振子によりインピーダンス整合が図られている。言い換えれば、容量性となっている高周波側の共振モードの周波数帯と、トラップの誘導性の周波数帯（共振点と反共振点との間の周波数帯）とを位置させることにより、容量性となった共振モードが誘導性に近づけられる。すなわち、もっとも高周波側の共振モードが上記のようにしてそのインピーダンスが誘導性に近づけられるため、3つの共振モードの周波数間隔を狭くする必要はなく、広帯域化を容易に実現することができる。加えて、狭ビッチ電極指部を有する上記弾性表面波フィルタ部を用いているため、通過帯域内における挿入損失を低減することができる。従って、広帯域化を図った場合でも、通過帯域内における伝送特性を悪化させることなく、VSWR特性を改善することが可能となる。

【0087】同様に、第2の発明に係る弾性表面波フィルタにおいても、隣接するIDT間に該IDTよりも電極指ビッチが狭い複数本の電極指を有する反射器が配置された縦結合共振子型3重モード弾性表面波フィルタ部と、入力信号端子または出力端子との間に直列に少なくとも1つの弾性表面波共振子が接続されており、上記弾性表面波フィルタ部の3つの共振モードのうちもっとも高周波側部に位置する共振モードはインピーダンスが容量性であり、弾性表面波共振子の共振点が、弾性表面波フィルタ部の通過帯域内に位置しており、弾性表面波共振子の反共振点が弾性表面波フィルタ部の通過帯域高周波側の帯域外に位置しており、もっとも高周波側部に位置する共振モードのインピーダンスが、インピーダンス整合点に近くなるように上記弾性表面波共振子が構成されている。従って、第1の発明と同様に、第2の発明においても、もっとも高周波側部に位置する共振モードのインピーダンスがあえて容量性とされているが、付加される弾性表面波共振子によりインピーダンスが整合され、高周波側の共振モードの周波数帯とトラップの誘導性の周波数帯とを略一致させることにより、容量性とされている高周波側の共振モードのインピーダンスが誘導性に近づけられる。また、狭ビッチ電極指部を有するめた、通過

帯域内の挿入損失を低減することができる。よって、第2の発明においても、広帯域化を図った場合でも、通過帯域内の周波数特性を悪化させることなく、VSWR特性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図2】第1の実施例及び比較例の弾性表面波フィルタの伝送特性を示す図。

【図3】第1の実施例及び比較例の弾性表面波フィルタの入力側のVSWR特性を示す図。

【図4】第1の実施例及び比較例の弾性表面波フィルタの出力側のVSWR特性を示す図。

【図5】図1に示した弾性表面波フィルタにおけるS11反射特性をスミスチャートで示す図。

【図6】図1に示した弾性表面波フィルタにおけるS22反射特性をスミスチャートで示す図。

【図7】(a)及び(b)は、表れる複数の共振モードと周波数の関係を説明するための第1の実施例の弾性表面波フィルタの伝送特性を示す図及び各共振モードを説明するための図。

【図8】第1の実施例の弾性表面波フィルタから弾性表面波共振子を省いた構造を示す模式的平面図。

【図9】図8に示した構造の弾性表面波フィルタにおけるS11反射特性をスミスチャートで示す図。

【図10】図8に示した構造の弾性表面波フィルタにおけるS22反射特性をスミスチャートで示す図。

【図11】比較例の弾性表面波フィルタの入力側における反射特性S11を示す図。

【図12】比較例の弾性表面波フィルタの出力側におけるS22反射特性をスミスチャートで示す図。

【図13】第1の実施例の弾性表面波フィルタから2個の弾性表面波共振子を除いた弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図14】図13に示した弾性表面波フィルタにおけるS11反射特性をスミスチャートで示す図。

【図15】図13に示した弾性表面波フィルタにおけるS22反射特性をスミスチャートで示す図。

【図16】狭ビッチ電極指部を設けずに3つの共振モードを利用するように構成された弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図17】狭ビッチ電極指部を設けず、IDT同士が隣接する部分の間隔Yが0.30λとされている弾性表面波フィルタの共振モードを説明するための減衰量一周波数特性を示す図。

【図18】第1の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図19】第1の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図20】第1の実施例の変形例に係る弾性表面波フィ

ルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図21】第1の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図22】第1の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図23】実施例の弾性表面波フィルタをパッケージに収納した構造を略図的に示す断面図。

【図24】第2の実施例の弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図25】第2の実施例の弾性表面波フィルタの伝送特性を示す図。

【図26】第2の実施例の弾性表面波フィルタの入力側VSWR特性を示す図。

【図27】第2の実施例の弾性表面波フィルタの出力側VSWR特性を示す図。

【図28】第2の実施例の弾性表面波フィルタの入力側におけるS11反射特性をスミスチャートで示す図。

【図29】第2の実施例の弾性表面波フィルタの出力側におけるS22反射特性をスミスチャートで示す図。

【図30】第2の実施例の弾性表面波フィルタの変形例を示す模式的平面図。

【図31】第2の実施例の弾性表面波フィルタの他の変形例の弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図32】第2の実施例の弾性表面波フィルタの他の変形例の弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図33】第2の実施例の弾性表面波フィルタの他の変形例の弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図34】第2の実施例の弾性表面波フィルタの他の変形例の弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図35】第2の実施例の弾性表面波フィルタの他の変形例の弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図36】第2の実施例の弾性表面波フィルタの他の変形例の弾性表面波フィルタを示す模式的平面図。

【図37】第3の実施例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図38】本発明の第3の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図39】本発明の第4の実施例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図40】本発明のさらに他の変形例に係る弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図41】従来の弾性表面波装置の電極構造を示す模式的平面図。

【符号の説明】

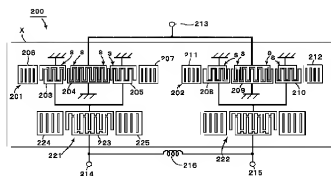
200…弾性表面波フィルタ  
201、202…縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部  
201X、202X…縦結合共振器型弾性表面波フィルタ部  
203～205…IDT  
206、207…反射器



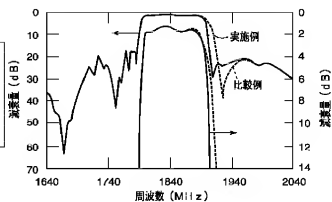
208～210…IDT  
 211, 212…反射器  
 213…不平衡信号端子  
 214, 215…平衡信号端子  
 216…インダクタンス素子  
 221～224…弾性表面波共振子  
 251…底板  
 252…環状開窓  
 253…キャップ材  
 255…バンパ  
 500…弾性表面波フィルタ  
 501…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 503～505…IDT  
 511…不平衡信号端子  
 512, 513…平衡信号端子  
 521…弾性表面波共振子  
 600…弾性表面波フィルタ  
 601…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 603～605…IDT  
 604a, 604b…IDT部分  
 611…不平衡信号端子  
 612, 613…平衡信号端子  
 621…弾性表面波共振子  
 700…弾性表面波フィルタ  
 701…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 703～705…IDT  
 704a, 704b…IDT部分  
 711…不平衡信号端子  
 712, 713…平衡信号端子  
 800…弾性表面波フィルタ  
 801…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 803～805…IDT  
 811…不平衡信号端子  
 812, 813…平衡信号端子  
 821, 822…弾性表面波共振子  
 900…弾性表面波フィルタ  
 901…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 903a～907a…IDT  
 1000…弾性表面波フィルタ  
 1001, 1002…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1001A, 1001B, 1002A, 1002B…縦

結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1001X, 1002X…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1021～1024…弾性表面波共振子  
 1021a, 1021b, 1022a, 1022b…弾性表面波共振子  
 1050…弾性表面波フィルタ  
 1100…弾性表面波フィルタ  
 1101…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1103～1105…IDT  
 1111…不平衡信号端子  
 1112, 1113…平衡信号端子  
 1121～1123…弾性表面波共振子  
 1200…弾性表面波フィルタ  
 1201…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1203～1205…IDT  
 1204a, 1204b…IDT部分  
 1211…不平衡信号端子  
 1212, 1213…平衡信号端子  
 1221～1223…弾性表面波共振子  
 1300…弾性表面波フィルタ  
 1301…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1303～1305…IDT  
 1304a, 1304b…IDT部分  
 1311…不平衡信号端子  
 1312, 1313…平衡信号端子  
 1321～1323…弾性表面波共振子  
 1400…弾性表面波共振子  
 1401…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1403～1405…IDT  
 1411…不平衡信号端子  
 1412, 1413…平衡信号端子  
 1421～1423…弾性表面波共振子  
 1500…弾性表面波フィルタ  
 1501…縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部  
 1503a～1507a…IDT  
 1600…弾性表面波フィルタ  
 1601～1604…反射器  
 1700…弾性表面波フィルタ  
 1701～1704…反射器  
 X…圧電基板

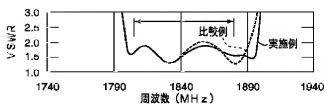
【図1】



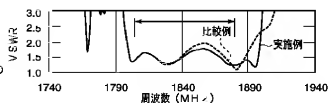
【図2】



【図3】

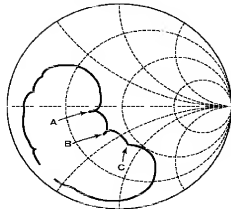


【図4】



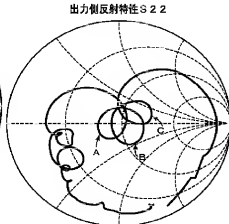
【図5】

入力側反射特性 S11

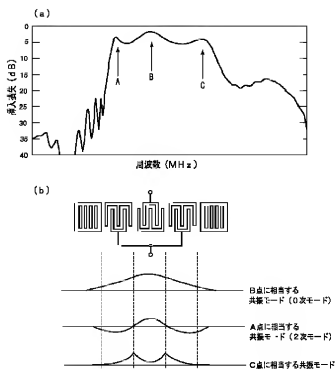


【図6】

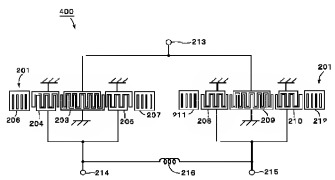
出力側反射特性 S22



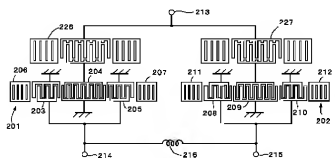
【図 7】



【図 8】

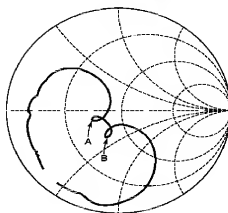


【図 13】



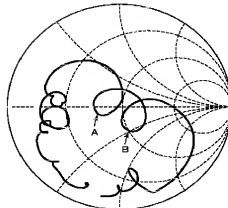
【図 9】

入力側反射特性 S11

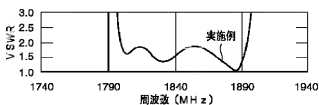


【図 10】

出力側反射特性 S22

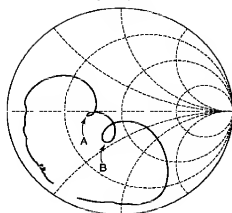


【図 26】



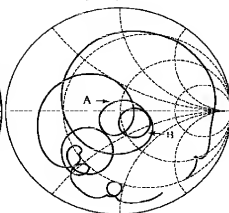
【図 11】

入力側反射特性 S11



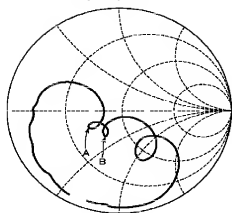
【図 12】

出力側反射特性 S22



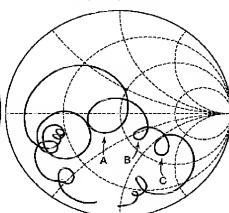
【図 14】

入力側反射特性 S11

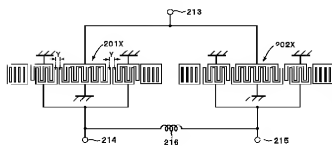


【図 15】

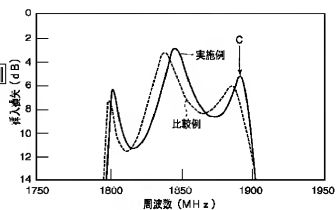
出力側反射特性 S22



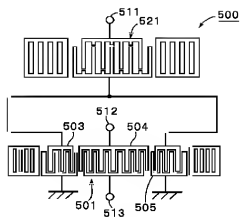
【図 16】



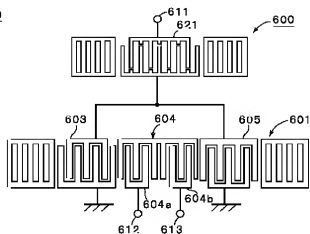
【図 17】



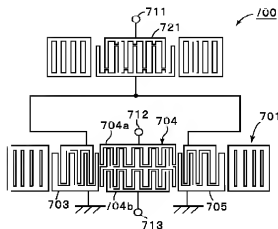
【圖18】



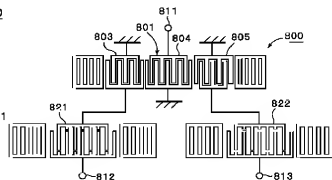
【圖19】



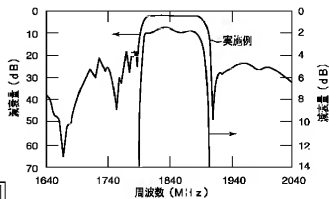
【圖20】



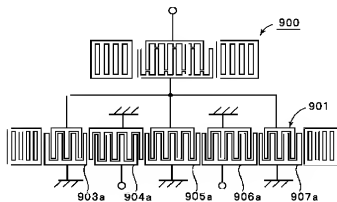
【圖21】



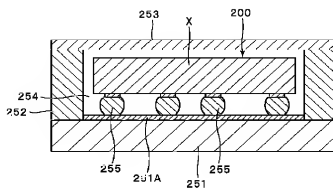
【圖25】



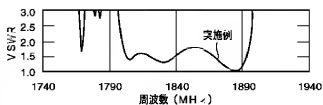
【圖22】



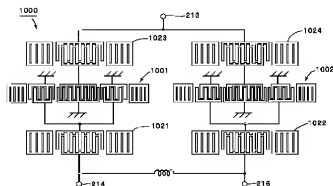
【図23】



【図27】

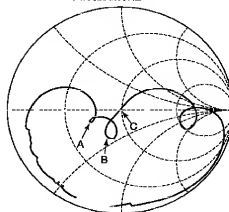


【図24】



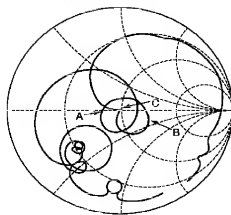
【図28】

入力側反射特性 S11

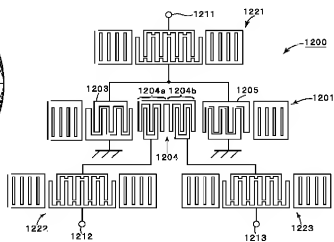


【図29】

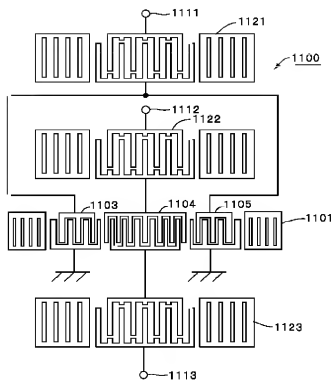
出力側反射特性 S22



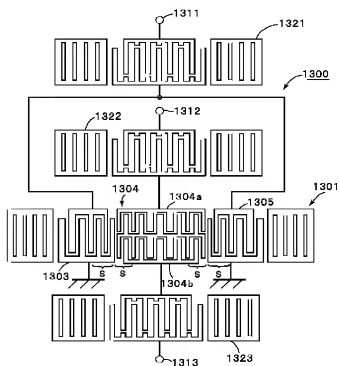
【図31】



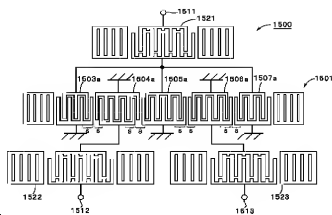
【図30】



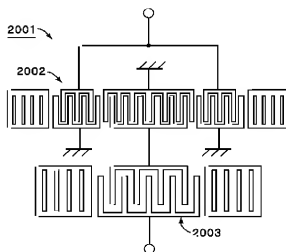
【図32】



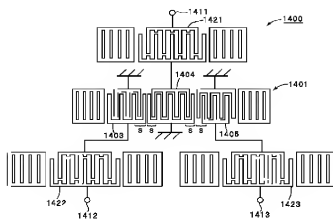
【図34】



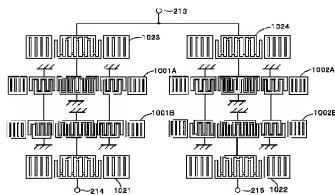
【図41】



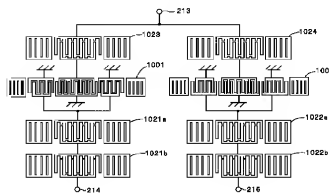
【図33】



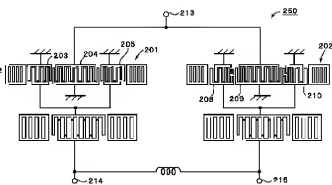
【図35】



【図36】

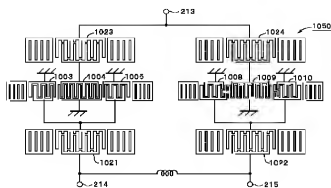


【図37】

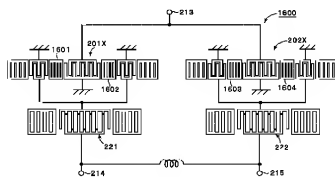




【図38】



【図39】



【図40】

